

## Kaolin Uygulamalarının Bazı Fasulye Çeşitlerinde Tanede Protein ve Bazı Mineral Maddeler Üzerine Etkisi

Nuri Yılmaz<sup>1</sup> , Tansu Uzun<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 17.06.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 14.09.2021

### Özet

2017 yılında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisinde yürütülen bu çalışmada, bazı fasulye çeşitlerinde (Göksun, Göynük-98, Akman-98) kaolin uygulamalarının tanede protein ve bazı mineral maddeler üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, tesadüf bloklarında faktöriyel düzenleme deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve kaolin dozları %0, %2.5, %5, %7.5 ve %10 solüsyon olarak hazırlanacak hazırlanarak bitkinin çiçeklenme başlangıcı periyodunda bütün aksamına uygulanmıştır. Araştırmada çeşitler arasında protein ve bazı mineral maddeler açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma sonucunda Göynük çeşidi, protein ve N bakımından Akman 98 çeşidi ise P, K ve Ca bakımından dikkat çekmiştir. Diğer taraftan kaolin uygulamaları protein ve N, P, K ve Ca' ya istatistiksel olarak etki göstermemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** çeşit, kuru fasulye, mineral maddeler, protein, kaolin

## Determination of the Effect of Kaolin Applications on Protein of Grain and Some Mineral Matters in Some Beans Varieties

### Abstract

The research was carried out on the trial land of Ordu University Faculty of Agriculture in 2017. The aim of this study was to determine the kaolin effects on yield, yield components and grain quality in some bean cultivars (Göksun, Göynük-98, Akman-98). The kaolin doses (0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%) were used at the beginning of flowering period of the plants and applied to all parts. The experiment was carried out in randomized blocks in a factorial arrangement with three replications. As a result of the statistical analysis, it was observed that there were statistically significant differences between the cultivars in terms of protein and some mineral substances. As a result of the research, Göynük variety attracted attention in terms of protein and N and Akman 98 variety in terms of P, K and Ca. On the other hand, kaolin applications did not statistically affect protein and N, P, K and Ca.

**Keywords:** variety, haricot bean, minerals, protein, kaolin

## Giriş

Besin maddesi artışı, dünya nüfusunun günümüzde hızla artmasına oranla istenilen düzeyde değildir. Dünya üzerinde birçok ülkede açlık ve düzensiz beslenmenin büyük bir problem olduğu bilinmekte ve her sene binlerce insanın ölmesine neden olmaktadır (Ünver vd., 1999).

Gelişmiş ülkeler dışındaki ülkelerin hemen tümünde, kalori ve protein yetersizliği sorunu önemli düzeyde yer almaktadır. Bilindiği gibi hayvansal ürünler en önemli protein kaynaklarıdır. Fakat bu ürünlerin hem maliyetleri yüksektir hem saklanmaları zordur hem de çabuk bozulurlar. Bu sebeplerden dolayı günümüzde daha ucuza elde edilebilen ve uzunca süre bozulmadan saklanabilen bitkisel protein üretimini artırma olanakları üzerinde durulmaktadır. Protein ihtiyacının karşılanmasında yemeklik baklagiller önemli bir yere sahiptir. Kuru olarak kullanılan tanelerde %18-36 arasında protein bulunduran baklagiller vitaminlerce de zengindir.

Ülkemizde tarım arazilerinin gün geçtikçe azalması, hızla artan nüfus yoğunluğu olumsuz çevre koşulları gibi nedenlerden dolayı insanlar yeterli olarak besin ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bundan dolayı yeterli ve dengeli beslenmede yemeklik tane baklagiller protein değeri açısından önemli bir yere sahip olmakla birlikte daha az maliyetle elde edilen besin kaynağını oluşturmaktadır.

Yemeklik tane baklagillerin insan beslenmesi yanında, sapsı ve taneleri, hayvan beslenmesinde de kullanılabilir. Hayvan beslenmesinde bir ton baklagil sapsı sekiz ton tahıl sapsına eşdeğer olmaktadır (Şehirli, 1979).

Yemeklik tane baklagiller azot fiksasyonunu sağlamalarının yanı sıra toprakta açılan kanallarda mikroorganizma faaliyetlerini hızlandırır ve böylece kök bölgesinde canlılığın artış göstermesine katkıda bulunurlar. Aynı zamanda açtıkları derin kök kanalları sayesinde toprak sıkışmasını önlerler (Uysal, 2002).

Fasulye iklim koşulları açısından seçiciliği en fazla olan yemeklik tane baklagil türüdür. Bir alandaki fasulye yetiştiriciliğini, verim ve kaliteyi fiziksel, (sıcaklık, yağış, gün uzunluğu, topografya, toprak tipi vs.), biyolojik (hastalık ve zararlılar) ve sosyo-ekonomik faktörler etkilemektedir (Pekşen, 2005).

Fasulye sıcak iklimde yetişen bir baklagil bitkisidir. Ekim zamanı Anadolu'da Mayıs ayının ilk haftasından itibaren başlamaktadır. Gelişim dönemi güneşli ve sıcak havalara denk geldiğinden dolayı mümkün olduğunca sulanmasına özen gösterilmelidir. Bundan dolayı yetiştirme döneminde su stresi ve yaprak yanıklığı gibi zararlar görülebilmektedir. Bu zararlardan korunması amacı ile bitkinin toprak üstü aksamına koruyucu doğal maddeler kullanılabilir. Bu anlamda kullanılan ürünlerden bir tanesini de kaolin kilidir.

Yapılan denemeler ve çalışmalar sonucunda geliştirilen kaolinin farklı doz uygulamaları bitki üst aksamına uygulandığı zaman kutikula ve andıran ve koruma işlevi gören, beyaz, ışığı yansıtıcı bir tabaka oluşturarak canlı ve cansız çevre şartlarına karşı koruma sağlar. Kaolin kili %100 doğaldır ve suda çözülebilen bir formdadır. Dünya'da canlı ve cansız stres faktörlerinde kaolin uygulaması 'Partikül film teknolojisi' şekliyle de bilinmektedir (Vanoğlu, 2015).

Aşındırma ve şişme özelliği olmayan beyaz, ince, gözeneksiz, içeriğinde Alüminosilikat ( $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ ) bulunan, suda eriyebilen kaolin aspirin gibi tabletlere ve kâğıda beyazlık vermesi amacı ile de kullanımı bulunmaktadır. İnsan sağlığına herhangi bir zararı bulunmadığı için çoğu ilaçların ve dış macunlarının yapısında kaolin bulunmaktadır. Meyve ve yaprak yüzeyine gelen ışığın büyük bir kısmını yansıtır ve fotosentezi artırır. Kaolin, farklı muamelelerden geçirilen beyaz kil mineralidir (Glenn vd., 1999).

Bitki örtüsüne püskürtülen kaolin, bitkinin yaprakları, sapsı, gövdesi ve meyvelerinde oluşturduğu ince film tabakası ile bitkinin sıcaklık ve su stresini azalttığı bilinmektedir (Rosati vd., 2006). Rosati vd. (2006); sorgum (Stanhill vd., 1976), pamuk (Moreschet vd. 1979), domates (Srinivasa Rao, 1985) ve yer fıstığı (Soundara Rajan, 1981) gibi bitkilerde bu çalışmaların yapıldığını bildirmektedir. Bu çalışmalarının bitki verimi ile sınırlı kaldığı; alınan sonuçlara bakıldığında belli koşullarda bazı bitkilerde verim artışı sağlandığı belirtilmiştir (Yığıtarlan, 2010). Bununla birlikte yemeklik baklagillerde konuyla ilgili çalışma

oldukça sınırlıdır. Verim artışına etkisi yönünden birkaç çalışmaya rastlanılmıştır ancak protein ve besin maddelerine etkisi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan besin elementlerinin bitkilerde zenginleştirilmesi yoluyla insanların sağlık sorunlarının azaltılması ülkelerdeki besin elementi eksikliği sorunları ile mücadelede hızlı ve etkili bir rol oynayacaktır. Bu nedenle araştırma önem arz etmektedir. Bu bağlamda yapılan bu çalışmayla Ordu ekolojik koşullarında yetiştirilen fasulye bitkisinin farklı çeşitlerinde kaolin kili uygulamalarının tanede protein ve N, P, K, Ca gibi bazı mineral maddelere etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışma 2017 yılı ilkbahar-yaz döneminde Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanı Ordu iline bağlı Altınordu ilçesinde, Doğu ve Orta Karadeniz'in ayrılma sınırı olan Melet nehrine yakın yerde bulunmakta olup Orta Karadeniz bölümünde yer almaktadır.

Ordu ili, Orta Karadeniz Bölgesi'nin ılıman iklim özelliklerini yansıtmaktadır. İlde yağışların büyük bir kısmı kış ve sonbaharda düşerken, özellikle yaz aylarında düşen yağışlar bitkisel üretim için yetersizdir. Fasulye yetiştirme dönemine ait uzun yıllar ortalama sıcaklık 21.7 °C, toplam yağış miktarı 285.5 kg/m<sup>2</sup> iken, bu değerler 2017 yılında sırasıyla 23.1 °C ve 125.0 kg/m<sup>2</sup> olmuştur. Yetiştirme döneminde uzun yıllar nispi nem ortalaması % 73.4 iken, 2017 yılında % 71.5 olmuştur (Ordu Meteoroloji Müdürlüğü, 2018).

Deneme tarlasından 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri Giresun Fındık Araştırma Enstitüsünde analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü üzere deneme alanı toprakları killi bir yapıya sahip olup, pH değeri 6.88 (çok hafif asit) dir.

Çalışmada, materyal olarak Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünden getirilen Göynük-98 (bodur), Akman-98 (yarı sarılıcı) ve Göksun (sarılıcı) çeşitleri kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Deneme Tarlasından Alınan Toprak Analiz Sonuçları

Özellik	Sonuç
Bünye	Killi toprak
Ph	6.88
Kireç (%)	1.24
Tuzluluk	0.70
Organik Madde (%)	0.58
N (%)	0.03
P ( ppm)	8.19
K ( ppm)	102.0
Ca ( ppm)	4343.0
Mg ( ppm)	769.8
Fe ( ppm)	3.67
Mn ( ppm)	1.44
Zn ( ppm)	0.098
Cu ( ppm)	0.743

### Yöntem

Çalışma, tesadüf bloklarında faktöriyel düzenleme deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Parsel boyu 4 m, eni 2.5 m olan çalışmada ekimler sıra üzeri 15 cm, sıra arası 50 cm olacak şekilde 7 Haziran 2017 tarihinde elle yapılmıştır. Her parselde ekimle birlikte 3.6 kg N/da, 8-10 kg P2O5/da hesabıyla gübre verilmiştir. Kaolin uygulamaları çiçeklenme dönemi başlangıcında solüsyon olarak hazırlanıp bitkinin bütün aksamına uygulanmıştır. Uygulama dozları; 0, %2.5, %5.0, %7.5, %10 olup, dozlar 5 litrelik suyun içerisine ayrı ayrı 125, 250, 375 ve 500 gramlık kaolin killeri tartılıp hazırlanmıştır. Hasat 18 Eylül-24 Eylül 2017 tarihleri arasında yapılmıştır.

### Denemede yapılan gözlem ve ölçümler

Tane Protein Oranı (%): Khejdal yöntemi ile  $N \times 6.25$  formülüyle hesaplanmıştır.

Tanede Mineral Madde İçeriği (N,P,K,Ca): Çalışma sonucunda elde edilen tanelerin öğütülmesinden sonra uygun yöntemler kullanılarak mineral madde oranları % olarak belirlenmiştir.

Tanede Toplam Azot (N) İçeriği: Khejdal yöntemine göre belirlenmiştir (Bremmer, 1965).

Tane Fosfor (P) İçeriği: Kuru yakma metoduna göre elde edilen çözeltilerdeki toplam fosfor (P) vanodomolibdo fosforik sarı renk metoduna göre spektrofotometrede belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Tane Potasyum (K) İçeriği: Kuru yakma metodu ile elde edilen çözeltilerdeki potasyum (K) fliymfotometresiyle belirlenmiştir (Kacar & İnal 2008).

Tane Kalsiyum (Ca) İçeriği: Kuru yakma metoduyla elde edilmiş çözeltilerdeki kalsiyum (Ca) fliymfotometresi ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008).

Yapılan çalışmada ele alınan özellikler SAS-JMP.13.0 istatistik paket programında varyans analizine tabii tutulmuştur ve LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

#### Tanede Protein Oranı (%)

Denemede kullanılan fasulye çeşitlerine ve kaolin uygulamalarına ait tanede protein ortalamaları ve istatistiksel grup karşılaştırmaları Tablo 2’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere çeşitlerin protein oranına etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.05$ ) çıkmıştır. En yüksek protein oranı %25.69 ile Göynük-98 çeşidinden elde edilmiş, bunu sırasıyla %24.18 ile Akman-98 ve %23.48 ile Göksun çeşidi izlemiştir. Akman-98 çeşidi ile Göksun çeşidi aynı istatistik grubunda yer alırken Göynük-98 çeşidi protein oranı bakımından her iki çeşitten de üstün bulunmuştur. Konuyla ilgili olarak Düzdemir (1998), fasulyede tanede protein oranını % 18.99-29.17 arasında, Cengiz (2007), %19.25-23.66 arasında belirlemiştir. Bulgularımız ilgili araştırmacıların sonuçları ile uyum halinde olduğu görülmektedir.

Kaolin uygulamasının protein oranına etkisi önemsiz olmuştur. Ayrıca, çeşit x kaolin uygulamaları interaksyonu da istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Çalışmada protein oranları %22.24-%26,35 arasında tespit edilmiştir (Tablo 2). Yiğitarıslan (2010), konuyla ilgili Ankara koşullarında yaptığı çalışmada Kaolin uygulamalarının tanedeki protein oranını artırdığını belirtmektedir. Araştırmalar arasındaki farklılığın çevresel faktörlerden ve uygulama farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 2.** Kaolin Dozlarının ve Fasulye Çeşitlerinin Tanede Protein Oranına (%) Ait Ortalamaları

Çeşitler	Kaolin					Ortalama
	0	2.5	5	7.5	10	
Göksun	23.28	23.28	<b>22.24</b>	24.58	24.01	23.48 B
Göynük-98	24.68	<b>26.35</b>	26.18	25.97	25.26	25.69 A
Akman-98	24.35	23.95	24.51	24.72	23.37	24.18 B
Ortalama	24.10	24.53	24.31	25.09	24.21	

LSD(çeşit): 1.48

#### Tanede Toplam N İçeriği (%)

Denemeye alınan kuru fasulye çeşitleri ve kaolin uygulamalarının tanede toplam N içeriği üzerine etkisine ait ortalamalar ve istatistiksel gruplar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde tanede N içeriği bakımından çeşitler arasında önemli ( $P < 0.05$ ) fark olduğu görülmektedir. N (%) içeriği ortalaması en fazla % 4.11 ile Göynük-98 çeşidinden elde edilmiş ve bu çeşit ile diğer çeşitler arasında belirlenen farklar önemli bulunmuştur. En düşük değer ise %3.75 ile



Göksun çeşidinde görülmüş ancak, Göksun çeşidi ile Akman-98 çeşidi arasında fark önemsiz bulunmuştur. (Tablo 3).

**Tablo 3.** Kaolin Dozlarının ve Fasulye Çeşitlerinin Tanede Toplam N İçeriğine (%) Ait Ortalamaları

Çeşitler	Kaolin					Ortalama
	0	2.5	5	7.5	10	
Göksun	3.72	3.72	<b>3.56</b>	3.93	3.84	3.75 B
Göynük-98	3.95	<b>4.21</b>	4.18	4.15	4.04	4.11 A
Akman-98	3.89	3.83	3.92	3.95	3.74	3.87 B
Ortalama	3.85	3.92	3.89	4.01	3.87	

LSD(çeşit): 0.23

Kaolin uygulamalarında tanede toplam N içeriği %3.56-4.41 arasında tespit edilmiş ve bu özellik bakımından kaolin uygulamalarının etkisi ve kaolin x çeşit etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte çeşitlerin ortalaması olarak değerlendirildiğinde %7,5 kaolin uygulamasına kadar N içeriği artış eğiliminde olduğu, daha sonra tekrar azalış eğilimine geçtiği görülmüştür. Yiğitarıslan (2010), konuyla ilgili Ankara koşullarında yaptığı çalışmada Kaolin uygulamalarının tanedeki N içeriğini artırdığını belirlemiştir. Bulgular arasında kısmen bir benzerliğin olduğu görülmektedir. Araştırmalar arasındaki farklılığın çevresel faktörlerden ve uygulama farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### Tane P İçeriği (%)

Denemede kullanılan fasulye çeşitlerine ve kaolin uygulamalarına ait tanede P içeriği ortalamaları ve istatistiksel grup karşılaştırmaları Tablo 4’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere çeşitlerin tanedeki P içeriğine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ( $P < 0.01$ ) olmuştur. Çeşitlere ait tanede P içeriği değerleri %0.51-%0.59 arasında değişim göstermiştir. En yüksek P içeriği %0.59 ile Akman-98 çeşidinden elde edilmiş, bunu sırasıyla %0.55 ile Göksun ve %0.51 ile Göynük-98 çeşidi izlemiştir. Akman-98 çeşidi ile diğer iki çeşit arasındaki fark önemli iken, Göksun çeşidi ile Göynük-98 çeşidi aynı istatistik grubunda yer almıştır. (Tablo 4).

**Tablo 4.** Kaolin Dozlarının ve Fasulye Çeşitlerinin Tane P İçeriğine (%) Ait Ortalamaları

Çeşitler	Kaolin					Ortalama
	0	2.5	5	7.5	10	
Göksun	0.57	0.55	0.54	0.56	0.52	0.55 B
Göynük-98	0.54	0.51	<b>0.48</b>	0.54	0.51	0.51 B
Akman-98	0.59	0.57	0.58	<b>0.64</b>	0.56	0.59 A
Ortalama	0.57	0.54	0.53	0.58	0.53	

LSD(çeşit): 0.03

Kaolin uygulamalarında tanede toplam P içeriği %0.48-%0.64 arasında tespit edilmiş, bununla beraber kaolin uygulamaları ve kaolin x çeşit etkisinin tanede toplam P içeriğine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Konuyla ilgili Yiğitarıslan (2010), Ankara koşullarında yaptığı çalışmada Kaolin uygulamalarının tanedeki P içeriğini artırdığını belirlemiştir. Araştırmalar arasındaki farklılığın çevresel faktörlerden ve uygulama farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### Tane K İçeriği (%)

Araştırmada ele alınan faktörlerin tanede K içeriğine etkisine ilişkin ortalama değerler ve istatistiksel gruplar Tablo 5’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi tanede K içeriği bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak çok önemli ( $P < 0.01$ ) fark görülmüştür. Çeşitlerde ortalama tanede K içerikleri %1.68-%2.16 arasında değişim göstermiştir. En yüksek K içeriği Akman-98 çeşidinden, en düşük ise Göksun çeşidinden elde edilmiş olup, Akman-98 çeşidi hem Göksun çeşidinden hem de Göynük-98 çeşidinden çok önemli derecede üstün bulunmuştur. Bununla beraber Göksun çeşidi ile Göynük-98 çeşidi arasında ise istatistiksel olarak fark görülmemiştir.

Kaolin uygulamalarında tanede toplam K içeriği %1.38-%2.56 arasında tespit edilmiş ve kaolin uygulamalarının K içeriğine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, kaolin x çeşit interaksyonunda istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yiğitarıslan (2010), Ankara koşullarında yaptığı çalışmada benzer şekilde Kaolin uygulamalarının tanedeki K içeriğine etkisinin olmadığını belirtmiştir.

**Tablo 5.** Kaolin Dozlarının ve Fasulye Çeşitlerinin Tane K içeriğine (%) Ait Ortalamaları

Çeşitler	Kaolin					Ortalama
	0	2.5	5	7.5	10	
Göksun	<b>1.38</b>	2.46	1.41	1.73	1.42	1.68 B
Göynük-98	1.78	1.77	1.63	1.59	1.79	1.71 B
Akman-98	2.25	2.04	<b>2.56</b>	1.88	2.06	2.16 A
Ortalama	1.80	2.09	1.87	1.74	1.76	

LSD(çeşit): 0.31

### Tane Ca İçeriği (mg/kg)

Denemeye alınan kuru fasulye çeşitleri ve kaolin uygulamalarının tanede toplam Ca içeriği üzerine etkisine ait ortalamalar ve istatistiksel gruplar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo incelendiğinde tanede Ca içeriği bakımından çeşitler arasında çok önemli ( $P < 0.01$ ) fark olduğu görülmektedir. Ca içeriği ortalama olarak en fazla 237.73 mg/kg ile Akman-98 çeşidinde görülürken en düşük 168.20 mg/kg ile Göynük-98 çeşidinde görülmüştür. En yüksek Ca değerine sahip Akman-98 ile Göksun arasındaki fark çok önemli, bu çeşitlerin Göynük-98 arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur. (Tablo 6).

Kaolin uygulamalarında tanede toplam Ca içeriği 155.06-265.06 mg/kg arasında tespit edilmiş ve Ca içeriğine etkisi bakımından kaolin uygulamaları ve kaolin x çeşit interaksyonu istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur (Tablo 6). Yiğitarıslan (2010), Ankara koşullarında yaptığı çalışmada benzer şekilde Kaolin uygulamalarının tanedeki Ca içeriğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmiştir.

**Tablo 6.** Kaolin Dozlarının ve Fasulye Çeşitlerinin Tane Ca İçeriğine (%) Ait Ortalamaları

Çeşitler	Kaolin					Ortalama
	0	2.5	5	7.5	10	
Göksun	231.40	<b>265.06</b>	224.73	220.73	221.40	232.73 A
Göynük-98	182.40	<b>155.06</b>	171.73	174.06	157.73	168.20 B
Akman-98	247.06	240.73	247.06	250.06	203.73	237.73 A
Ortalama	220.28	220.28	214.51	214.95	194.28	

LSD(çeşit): 31.32

## Sonuç ve Öneriler

Kaolinin kilinin tanede protein ve bazı mineral maddeler üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırma sonucunda çeşitler arasında tanede protein ve bazı mineral maddeler bakımından farklılıkların bulunduğu gözlenmiştir. Protein oranı ve N içeriği bakımından Göynük-98 çeşidinin, P, K ve Ca bakımından ise Akman-98 çeşidinin öne çıkmıştır. Göksun çeşidinde ise protein ve ele alınan mineral maddelerin (Ca hariç) diğer çeşitlere göre daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Kaolin uygulamalarının ise her üç fasulye çeşidinde de protein ve N, P, K, Ca gibi mineral maddelere etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak Protein ve N bakımından Göksun-98 çeşidinin, P, K ve Ca bakımından Akman-98 çeşidinin diğer çeşitlere göre daha iyi durumda olduğu, kaolin uygulamalarının ise herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Konu ile ilgili daha doğru bir yargıya varabilmek için bir yıllık çalışmanın yeterli olmadığı,

farklı dozlar uygulayarak benzer çalışmaların birkaç yıl daha yürütülmesinde yarar olduğu kanaatine varılmıştır.

### Destek ve Teşekkür

Bu çalışma, Prof. Dr. Nuri Yılmaz danışmanlığında Tansu Uzun tarafından tamamlanan "Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde kaolin uygulamalarının verim, verim öğeleri ve tane kalitesine etkisinin belirlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir (Tez No. 594811).

### Yazar Katkısı

*Nuri Yılmaz*, araştırma için gerekli materyallerin temini, denemenin yürütülmesi, verilerin istatistiksel yorumlanması ve makalenin yazılması konularında katkıda bulunmuştur. *Tansu Uzun*, denemenin kurulması, yürütülmesi ve laboratuvar çalışmalarının gerçekleştirilmesi konularında katkıda bulunmuştur.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

### ORCID

*Nuri Yılmaz*  <https://orcid.org/0000-0002-0597-6884>

*Tansu Uzun*  <https://orcid.org/0000-0001-9476-6362>

### Kaynaklar

- Cengiz, B. (2007). *Sakarya ve eskişehir lokasyonlarında yetiştirilen bazı kuru fasulye çeşitlerinin kalite özellikleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Namık Kemal Üniversitesi.
- Bremner, J. M. (1965). Total nitrogen methods of soil analysis. A. G. Norman (Ed.), *Chemical and microbiological properties* (s. 1149-1178) içinde. American Society of Agronomy, Inc. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.c32>
- Düzdemir, O. (1998). *Kuru fasulye (Phaseolus vulgaris L.) genotiplerinde verim ve diğer bazı özellikler üzerine bir araştırma* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gaziosmanpaşa Üniversitesi.
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E. ve Feldhake, C. (1999). Hydrophobic particle films: A new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92(4), 759-771. <https://doi.org/10.1093/jee/92.4.759>
- Kacar B ve İnal A (2008). *Bitki analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Moreshet, S., Cohen, Y. ve Fuchs, M. E., (1979). Effect of increasing foliage reflectance on yield, growth, and physiological behavior of a dryland cotton crop. *Crop Science* 19, 863-868. <https://doi.org/10.2135/cropsci1979.0011183X001900060029x>
- Pekşen, E., (2005). Samsun koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi ve verimle ilgili özellikler bakımından karşılaştırılması. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3), 88-95. <https://doi.org/10.7161/anajas.2005.20.3.88-95>
- Rosati, A., Metcalf, S. G., Buchner, R. P., Fulton, A. E. ve Lampinen, B. D., (2006). Physiological effects of kaolin applications in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. *Annals of Botany*, 98, 267-275. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl100>

- Şehirli, S. (1979). *Yemelik tane baklagiller* (s. 8-65). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Soundara Rajan, M.S., Ramkumar Reddy, K., Sudhakar Rao, R. ve Sankara Reddi, G.H. (1981). Effect of antitranspirants and reflectants on pod yield of rainfed groundnut. *Agricultural Science Digest* 1, 205–206. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302625684>
- Srinivasa Rao, N. K. (1986). The effects of antitranspirants on stomatal opening, and the proline and relative water contents in the tomato. *Journal of Horticultural Science* 61, 369–382. <https://doi.org/10.1080/14620316.1986.11515715>
- Stanhill, G., Moreshet, S. ve Fuchs, M. (1976). Effect of increasing foliage and soil reflectivity on the yield and water use efficiency of grain sorghum. *Agronomy Journal* 68, 329–332. <https://doi.org/10.2134/agronj1976.00021962006800020031x>
- Uysal, F. (2002). *Kalite fonksiyonun Türkiye’de baklagil dış satımına etkileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Ünver, S., Kaya, M. ve Atak, M. (1999). Geçmişten günümüze yemelik baklagiller tarımı. *Türk-Koop. Ekin Dergisi*, 3(7), 40-44.
- Vanoğlu, T.G. (2015). *Okitsu wase satsumalarında farklı doz ve zamanlardaki kaolin uygulamalarının bazı morfolojik, fizyolojik, verim ve kalite özelliklerine etkileri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Yiğitarıslan, U. (2010). *Fasulye’de kaolin uygulamasının verim, verim öğeleri ve tane kalitesine etkisinin belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Üniversitesi.

## Kurucaşile Limanı Peyzaj Tasarım Projesi

Nurhan Koçan<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Bartın Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bartın

Geliş Tarihi / Received Date: 15.03.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 06.09.2021

### Özet

İnsanlar her zaman doğanın kaynaklarını kullanarak yaşamayı bilmişlerdir. Su ürünlerinden yararlanmak ve üretimlerini dağıtabilmek için ilk yerleşimlerini kıyı ve su kenarlarında yapmışlardır. Bu çalışmada bir kıyı kenti olan Bartın ili Kurucaşile ilçesi Liman bölgesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Alanın mevcut durumda ziyaretçilere rekreasyonel olarak farklı seçenekler sunmaması ve bu amaçla oluşturulan alt ve üst yapının bulunmaması çalışma alanı olarak seçilmesinde etkili olmuştur. Alanın mevcut potansiyelinin değerlendirilmesi, fiziksel ve görsel kalitesinin iyileştirilmesi ve kullanıcılara farklı kullanım olanakları sağlaması amacıyla peyzaj tasarım projeleri hazırlanmıştır. Çalışmada öneri dört proje üzerinden farklı konseptlerle hazırlanan peyzaj tasarım projeleri sunulmuştur. Projelerin hazırlanması ve sunumunda AutoCad 2017, SketcUp, Photoshop CS5 ve Lumion yazılımları kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda üretilen projelerle doğal ve kültürel kaynak değerlerinin korunması başta olmak üzere kıyı kentinin imajına önemli katkılar sunacağı açıkça görülmüştür. Çalışma benzer kentlerdeki uygulamalar için örnek olabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** kıyı, kıyı kenti, peyzaj tasarımı, Kurucaşile, Bartın

## Landscape Design Project of Kurucasile Port

### Abstract

People have always known how to live using the resources of nature. They made their first settlements on the coasts and watersides in order to benefit from water for fisheries and to distribute their production. In this study, Kurucasile port in Kurucasile District of Bartın Province which is coastal city was chosen as the study area. The area was chosen as the study area, since the area does not offer different recreational options to the visitors in the current situation and there is no infrastructure and superstructure created for this purpose. Landscape design projects have been prepared in order to evaluate the existing potential of the area, to improve its physical and visual quality and to provide users different usage opportunities. In the study, four landscape design projects prepared are presented with different concepts. AutoCad 2017, SketcUp, Photoshop CS5 and Lumion software were used in the preparation and presentation of the projects. As a result of the study, it has been clearly seen that the projects produced will be beneficial for the area and the users, especially the protection of natural and cultural resource values, and will make significant contributions to the image of the coastal city. The study can be an example for applications in similar cities.

**Keywords:** coast, coastal city, landscape design, Kurucasile, Bartın

## Giriş

Kıyı mekânları çağlar boyunca deniz ulaşımı, kıyı uygarlığı ile dinamik bir yapı kazanmıştır. Balıkçılık ve üretilen diğer malların taşınması ve dağıtımı kıyı alanlarının önemli kılmasıdır. Ticari etkinliklerin yoğun yaşandığı devletlerin savunma mekanizmasını oluşturduğu, sanat ve kültür adına önemli birikimlerin yoğunluk kazandığı, balıkçılık ve tarım olmak üzere kültürel kullanımlar için elverişli yaşam olanaklarının sağlandığı işlevler kıyıların önemini artırmıştır (Kaplan, 1995). Kıyı peyzajı deniz ve kara ekosisteminin bileşeni olmasından kaynaklanan çok çeşitli ve amaçlı kullanım alternatiflerine potansiyel tanıklık etmektedir (Güleç, 1983). Peyzaj mimarlığı disiplininin "arazi"yi, farklı etki alanlarıyla, birden çok ölçekteki ilişkilerle birlikte ele alması, disiplinin ekolojisiyle yakın bağından kaynaklıdır (Aksoy, 2019). Gelecek projeksiyonları için topografya, altyapı ve yerleşim hiyerarşisinin sahaya özel olarak yeniden yapılandırılması gerekmektedir (Mossop, 2019). Kıyı kentleri ve yakın çevreleri topografik yapılarıyla buldukları bölgenin doğal ve kültürel peyzaj niteliğini oluşturmakta, yerleşimlerin görsel değerlerinde önemli etki yapmaktadırlar (Gürpınar, 1996). 19.yy ikinci yarısında ulaşım kolaylıklarıyla kitlelerin kıyı kasabalarına akın etmesi rekreasyon ve turizm etkinliklerinin günlük yaşama girmesi kıyı kasabalarını nitel ve nicel yönden değişime zorlamıştır (Smith, 1991). Kıyı mekânı planlamada ana hedef kıyı kaynaklarından toplumun optimal düzeyde yararlanılmasını sağlarken, kaynakların sürdürülebilir kalkınma politikası çerçevesinde güvence altına alınıp dengeli ve sürekliliği olan mekân kullanma politikaları görülebilir (Brachya, 1993). Kıyıların sahip olduğu doğal ve kültürel niteliklerin sağladığı fırsatlar kıyıya yönelik talepleri çeşitlendirmiştir. Kıyı kentlerinde yapılaşma sürecinde ve yeniden işlevlendirme aşamalarında doğal ve kültürel değerler planlamanın her aşamasında koruma ve geliştirme prensipleri ile kentsel tasarım proje ve uygulamalarına taşınmalıdır (Çubuk, 1991). Peyzajı bir kentsel-bölgesel altyapı olarak değerlendirmek, aynı zamanda tasarımda yeni olasılıkları da beraberinde getirmektedir (Aksoy, 2019). Kıyı yerleşimlerinin kentsel tasarım çalışmaları ile korunması, iyileştirilmesi ve yeniden işlevlendirilerek insanların talepleri doğrultusunda turizm ve rekreasyon amacına uygun hale gelmesi mümkün olacak ve bu sayede doğal özellikleriyle birlikte gelecek kuşaklara taşınarak sürdürülebilirliği sağlanacaktır (Çelikyay vd., 2006). Kıyı kimliğini ve kültürünü ön plana çıkaran ve kıyı yerleşimiyle organik bütünlüğü getiren tasarım ölçeğinde yaklaşmak gerekmektedir.

Çalışma alanı olarak seçilen Kurucaşile limanının mevcut durumda ziyaretçilere rekreasyonel olarak farklı seçenekler sunmaması ve bu amaçla oluşturulan alt ve üst yapının bulunmaması, alanın fiziksel mekân kalitesinin düşük olması çalışma alanı seçiminde etkili olmuştur. Çalışmada alanın mevcut durumunun iyileştirilmesi, yerli halk ile ziyaretçilerin alanın doğal ve kültürel potansiyelinden optimum düzeyde yararlanmasının sağlanması, alana yönelik planlı gelişim ve kullanım kararlarıyla doğanın korunması hedeflenmiştir. Bu alanın geliştirilmesi alan yakınında bulunan ve ziyaretçi kapasitesini aşan yakın koylar için de alternatif olacak böylece ziyaretçi dağılımıyla kullanıcı memnuniyeti artacak ve alanların zarar görmesi önlenecektir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı Kurucaşile Limanıdır. Çalışmada öncelikle konuya ve çalışma alanına ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Arazide yapılan veri toplama çalışmalarında ise yerel halkla görüşmeler yapılarak kullanıcı istekleri ve alana ilişkin beklentiler belirlenmiştir. Sörvey çalışmasının hafta içi ve çalışma saatleri arasında yapılmasından dolayı alandan çok sayıda kullanıcıya ulaşılamamıştır. Yine de farklı cinsiyet ve yaş gruplarından olmak üzere 46 kişiye ulaşılmış ve alanla ilgili görüşleri alınmıştır. Halka alanda yaptıkları aktiviteler, alanda karşılaştıkları sorunlar, alanda görmek istedikleri kullanım öğeleri, alanda yapmak istedikleri rekreasyon etkinlikleri sorulmuş ve talepleri not edilmiştir. Halka yapılan görüşmeler öneri tasarım projelerinde bazı kullanım öğelerinde ortak fikirde olmayı gerektirmiştir. Dinlenme alanı, yeme içme alanı, spor alanı, çocuk oyun alanı ve otopark önerilen dört projede de temel kullanım olmuştur. Ancak konsept ve tasarımla birbirinden farklı kullanım öğeleri de projelere dahil edilmiştir. İkinci aşama olan analiz aşamasında, kıyılarda olabilecek kullanımlara ilişkin örnek proje ve alanlar incelenmiştir. Öncelikle alandaki sorunlar üzerine odaklanılmış, halkın beklentileri ve temel ihtiyaçları dâhilinde eklenen diğer kullanım öğeleriyle proje ihtiyaç listeleri oluşturulmuştur.

Üçüncü aşamada; alanın mevcut durumu ile sahip olduğu potansiyeller değerlendirilerek bir konsept ve konseptte göre tasarım ilkeleri belirlenmiştir. Son aşamada ise; eskiz çalışmaları yapılarak tasarım alternatifleri üretilmiştir. Kesinlik kazanan proje çizimleri AutoCad 2017 programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Projenin nihai hali, SketchUp ve Lumion yazılımıyla modellenmiş ve Photoshop CS5 programıyla sunuma hazırlanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Çalışma Alanı Genel Peyzaj Analizi

Kurucaşile, Bartın ilinin Amasra ve Ulus ile birlikte 3 ilçesinden biridir. Bartın şehir merkezine 52 km uzaklıkta Karadeniz kıyısında bulunan bir ilçedir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Çalışma Alanının Konumu (GoogleMaps 2020; WowTurkey 2020)

Kurucaşile Bartın'ın kuzey doğusunda yer alır. Eğimli bir araziye sahiptir. Kurucaşile, Küre dağlarının batı uzantıları üzerinde olup ortalama yüksekliği 300 metre civarındadır. İlçenin en yüksek kesimleri Kemrelilik Tepe (1220 m), Akyar Tepe (1206 m), Armutçalı Tepe (1056 m), Bakacakaya Tepe (962 m)dir. Kurucaşile ilçesinde bulunan derelerin tamamı Karadeniz'e dökülmektedir. Kurucaşile'nin kuzey sınırını tamamen Karadeniz çevirmektedir. İlçede birçok doğal koy yer alır. Kurucaşile merkezinde ise liman yapılmıştır. İlçede balıkçı barınağı bulunmaktadır. Bu barınaklar yat turizmi için elverişlidir (Kurucaşile Belediyesi, 2020).

Yükselti ulaşımı oldukça zorlaştırmaktadır. Eğimdeki bu fazlalık bitki örtüsünün tahrip edildiği yerlerde erozyonu beraberinde getirmiştir. Ancak ormanların varlığı özellikle alt tabakadaki orman gülünün mevcudiyeti oluşabilecek erozyona şu an için tampon etkisi yapmaktadır. Kurucaşile'nin bitki örtüsü genellikle ormanlık alandır. İlçe yüzölçümünün %61'ini kaplamaktadır. Ormanlarda kayın, gürgen, kestane, meşe, karaçam, sarıçam, köknar, kiraz, akçaağaç, dişbudak, çınar, ıhlamur, defne, yabani fındık, kuş üvezi, ahlat, muşmula, kızılçık, ardıç ağaçları bulunmaktadır. Çalı, ağaççık ve otsu bitkiler olarak orman gülü, eğrelti, ayı üzümü, böğürtlen, karaçalı, alıç, kuş üzümü, sumak, kocayemiş, taflan, kuşburnu, kartopu, çobanpüskülü, baldıran otu, ballıbaba, eşek diken, gelincik, ısırgan, kabalak otu, köy göçüren, çuha çiçeği, sıgırkuyruğu, kardelen, sıkılamen, yonca, sütleşen dıcık, katırtırnağı, sarmaşık, bin bir delik otu bulunur (Kurucaşile Kaymakamlığı, 2020).

İlçede tipik Karadeniz iklimi hâkim bulunmaktadır. Buna göre kışları soğuk ve yağışlı yazları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Yıllık yağış oranı 1072 mm, yıllık ortalama sıcaklık 13.1°C, en sıcak ay 23°C ile Temmuz, en soğuk ay 4.2°C ile Aralıktır. Ortalama bağıl nem % 77dir. En hızlı rüzgâr yönü kuzeybatıdır (Kurucaşile Belediyesi, 2020; Kurucaşile Kaymakamlığı, 2020).

Kurucaşile nüfusu 2019 yılına göre 6.621'dir. Bu nüfus, 3.408 erkek ve 3.213 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise nüfusun %51.47'i erkek, %48.53'ü kadındır (Nüfusucom, 2020). İlçe nüfusunun büyük bir bölümü tarım ve hayvancılığın yanı sıra, maden işçiliği ile ahşap tekne yapımıcılığı ile geçimlerini sağlamaktadır. Kurucaşile ahşap tekne yapımıcılığı konusunda yurt içinde ve yurt dışında önemli bir yeri vardır. Kurucaşile'de son 30 yıla kadar Osmanlı donanmasının savaş gemilerinden, yük gemilerine kadar pek çok gemi tipi yaratılmıştır. İlçede balıkçılık da fazlaca yapılmaktadır. Balıkçılıkla geçimini sağlayan nüfusun oranı oldukça yüksektir. İlçenin en önemli gelir kaynaklarından birisi de fındıktır.

İlçenin kuzeyini Karadeniz oluşturduğundan kent turistik amaçlı birçok koya ve plaja sahiptir. İlçe merkezinde Liman mevkiinde bulunan iki küçük plaj özellikle ilçe merkezinde denize girmek isteyenlerin ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

### **Peyzaj Tasarım Projesi**

Peyzaj tasarım projesi alan sörveyi aşaması, kullanıcı isteklerinin belirlenmesi, konseptlerin seçilmesi, program elemanlarına karar verilmesi, leke plan paftası, bitkisel ve yapısal elemanları içeren kesin proje ve proje üç boyutlu görsellerinden oluşmaktadır.

**Kullanıcı profili:** Alan ilçede oturan sakinler ve farklı şehirlerden gelmiş üniversite öğrencileri tarafından kullanılmaktadır. Kullanım yoğunluğunun arttığı saatler akşamüstü saatleri, okul ve iş saatleri dışında kalan zaman aralığıdır. Alanda gece kullanımını özendirecek herhangi bir kullanım olmadığı için akşam saatlerinde çok tercih edilmemektedir. Kış aylarında alan sakindir. Yazın ise denize girmek için gelen insanların da gelmesiyle alanın iki aylık sürede yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. İlçe halkı ve ziyaretçiler çalışma alanında yürüyüş yapmakta, mevcut oturma banklarında dinlenmekte, balık tutmakta, tekne sahibi olanlar ise tekne turu yapmaktadır. Kurucaşile'nin ilçe olması sebebiyle yaşam olanakları ve ihtiyaçlara erişim bakımından çalışma alanı elverişli durumdadır. Bu avantaj ile çalışma alanı kullanıcılar için aktif ve pasif çeşitli rekreasyon türlerini ve kullanımları içerecek şekilde tasarlanmaya uygundur. Alanın fiziksel olarak düzenlenmesi ve rekreasyon olanaklarının artırılması Bartın ili ile çevre il ve ilçelerden de alana kullanıcı çekecektir.

**Kullanıcı istekleri:** Alanda mevcut bulunan mini parklar ve kafeteryalar haricinde farklı rekreasyon ve dinlenme alanları bulunmamaktadır. Alan, daim kullanıcılar olan ilçe sakinleri ile gününbirlik ve mevsimlik ziyaretçilerin ihtiyaçları göz önüne alınarak yılın her mevsimi düşünülerek tasarlanacaktır. Yüz yüze görüşmelerde alanın gençler için alternatif sunmaması sorun olarak bildirilmiştir. Bu durum ilçede yaşayan gençleri yaşamak ve eğlenmek için dışarı çekmektedir. Alanda yaşlılar için de çay bahçesi, gölgeli mekânlar gibi alanların olmaması yaşlı ve orta yaş grubunun kullanımını olumsuz etkilemektedir.

**Çalışma alanı:** Çalışma alanı yaklaşık 60000 m<sup>2</sup> büyüklüktedir. Alanın genişliği ve mendireğin bulunması farklı kullanımlar getirme açısından avantajdır. 2250 m<sup>2</sup> tekne yapım yeri ve spor alanı ile 1450 m<sup>2</sup> balıkçı barınaklarından oluşan yapısal alanda, 200 m<sup>2</sup>lik ağaç ve çalılardan oluşan bitkisel alan bulunmaktadır. 1600 m<sup>2</sup>lik kumsal bulunan alanın geri kalan bölümü grobeton yüzey kaplamasıyla kaplı geçirimsiz yapısal yüzeyden oluşmaktadır. Alanın 1/10'ü yapısal alanlardan oluşmakta ancak açık alan olarak kalan geniş kısımda bitkisel ve yapısal tasarım bulunmamaktadır. Bu alanın yüzeyinin betonla kaplı olması insanlar için fiziksel ve görsel açıdan cazip değildir (Şekil 2). Çalışma alanındaki sınırları belli olmayan ve herhangi bir şekilde ayrılmayan zemin elemanları mekânda boşluk hissi vermekte ve mekânı tanımsız kılmaktadır. Meydanın denizle bağlanı kesiminde dalga etkisini kırıcı taşlar bulunmaktadır. Ancak bu alanda taşlar arasına çöpler atılmıştır. Alanda bir adet kapalı spor tesisi, tekne atölyesi ve balıkçı barınakları yer almaktadır. Mendirekte piknik masası tarzında oturma birimleri yer almaktadır. Ancak gölgeleme elemanı bulunmamaktadır. Alanda gelişigüzel dikilmiş birkaç ağaç ve çalı yer almaktadır. Çalışma alanı sörvey paftası Şekil 3'te verilmiştir.



**Şekil 2.** (a-c) Proje Alanından Görünümler





**Şekil 3.** Çalışma Alanı Sörvey Paftası

Önerilen projelerde kullanıcı istek ve beklentileri temel olmak üzere ihtiyaç listeleri oluşturulmuştur. Kullanımların büyüklükleri konseptte ve tasarıma göre farklılık göstermektedir. Kullanım büyüklüklerinin belirlenmesinde alanın mevcut durumunda kullanılan temel yapısal büyüklüklerden küçük olmamak kaydıyla, alanın tasarlanmasından sonra artacak ziyaretçi potansiyeli de göz önüne alınmıştır.

### Öneri Proje 1

**Konsept:** Rota; alanın doğal güzellikleri görmek için yeni bir rota olması düşüncesiyle bu konsept seçilmiştir. Öneri tasarımlarla alan kentte yaşayanlar başta olmak üzere çevre il ve ilçeler için de alternatif bir rota oluşturacaktır. Rota konseptinde, yol çağrışımından esinlenilerek tasarım çizgilerinde lineer hatlar seçilmiştir. Yürüme yolları, arkadlı yol, mendirek, iskele ve terasta bu çizgi tipi korunmuştur.

**İhtiyaç Listesi:** Kafe (250 m<sup>2</sup>), rekreasyon alanı (500 m<sup>2</sup>), arkadlı yol (300 m<sup>2</sup>), spor alanları (200 m<sup>2</sup>), iskele (75 m<sup>2</sup>), otopark (150 m<sup>2</sup>), fitness ve çocuk oyun alanı (150 m<sup>2</sup>), seyir terası (570 m<sup>2</sup>), yeşil bant (350 m<sup>2</sup>), meydan (200 m<sup>2</sup>), kristal restoran (100 m<sup>2</sup>)

Kurucaşile kıyı projesinde; alanın güneybatı girişinde bir meydan planlanmıştır. Meydanda kot farklarıyla alana hareket katılarak bir deniz feneri konumlandırılmıştır. Bu fenerin hemen yanında bir çocuk oyun alanı tasarlanmıştır. Çocuk oyun alanı ile kıyı arasındaki bağlantı 1 adet amfi ile sağlanmıştır. Oyun alanından ilerlendiğinde bir meydan ve bu meydanda 2 adet amfi bulunmaktadır. Birinci amfi meydanın en üst koduna kadar ulaşmış burada tasarlanan Kurucaşile yazısıyla bir bütünlük oluşturacaktır. İkinci amfi ise meydan ile kıyı arasındaki bağlantıyı sağlarken önünde konumlandırılan sahne, iskele ve teras kullanımlarıyla bütünleşecektir. Alanda ilerlendiğinde yine kot farklarıyla oluşturulmuş bir spor alanı bulunmaktadır. Spor alanında 1 adet basketbol sahası ve 1 adet tenis kortu bulunmaktadır. Bu sahaların etrafında doğu yönüne bakan 1'er adet amfi konumlandırılmıştır. Spor alanlarından sonra mendirekte sol tarafta gemi şeklinde 4 adet seyir terası sağ tarafta suya ulaşan bir amfi ve bunların devamında yine dinlenme alanlarıyla birlikte görsel şölen oluşturması amacıyla içinde su perdesi bulunan bir teras tasarlanmıştır. Güneybatı cephesinden alana girip doğu yönünde ilerlerken ilk olarak kumsala inen basamaklar ve basamakların devam ederek oluşturduğu 1 adet iskele tasarlanmıştır. Alanın güneydoğusundaki girişin olduğu bölümde ve denize dökülen derenin olduğu alanda dere boyunca eğimden yararlanılmış ve katlı yollar oluşturulmuştur. Böylece dere kenarına kadar ulaşım sağlanmış ve insanların su ile birlikte kalabileceği sakin alanlar oluşturulmuştur. Dereden geçişler 4 noktada su üzerindeki taş döşemelerle ve 1 noktada köprüyle sağlanmıştır. Dere kenarı ile

deniz kıyısı arasındaki alanda arkadlı bir yol tasarlanarak bir geçiş sağlanmıştır. Arkadlı yoldan ilerlendiğinde mevcut halde bulunan balıkçı barınaklarına ulaşılmaktadır. Barınakların çatısına 'kristal restoran' tasarlanmış ve bu restoranın önünde ahşap teras konumlandırılmıştır. Mendireğin en ucuna varıldığında soliter bir ağaç kullanılarak deniz feneri imajı desteklenmiştir. Ağacın çevresinde oturma alanı ve bir yelken heykeli tasarlanmıştır. Tasarım yapılırken engelli vatandaşların kullanımı düşünülmüştür. Alanda engellilerin ulaşamadığı hiçbir yer bulunmamaktadır. Öneri proje 1'e ait pafta ve görseller Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. (a-i) 1. Öneri Proje Leke, Kesin Proje ve Üç Boyutlu Görselleri

## Öneri Proje 2

**Konsept:** Yeşil Ağ; alanın doğal güzelliklerini görmek isteyenleri her mevsim alana çekerek bir ağ gibi alanı yaşamak için seçilmiştir. Kurucuşile'nin yeşil ve mavi ile bütünleşen doğası mevcut durumda çalışma alanında kopmaktadır. Çalışma alanında tasarlanmış bitki varlığının olmaması bu bağlantının kopmasına sebep olmuştur. Yeşil ağ konseptiyle bu bağlantının kuvvetlendirilmesi düşünülmüştür. Bu nedenle projede yapısal alan dışında kalan açık alanlarda çiçeklerden ağaçlara kadar yükselen ebatlarda bitkisel tasarıma yoğunluk verilmiştir.

**İhtiyaç Listesi:** İskele, amfi (300 m<sup>2</sup>), otopark (800 m<sup>2</sup>), oturma alanları (100 m<sup>2</sup>), gözlem evi (150 m<sup>2</sup>), restoran (80 m<sup>2</sup>), kafeterya (40 m<sup>2</sup>), çocuk oyun alanı (80 m<sup>2</sup>), seyir terası

Alana ait iki giriş bulunmaktadır. Bunlar doğu ve batı yönünde tüm alanı görmeyi sağlayacak şekilde düşünülmüştür. Girişteki geniş alanda kumsal ve deniz ile alanın tüm manzarası kullanıcılara sergilenmek istenmiştir. Batı yönünde ilerlendiğinde denizden mendirek yönündeki kot farkı, basamaklarla çözümlenmiştir. Alana girişte asma germeler ve ağaçlandırmalar ile kullanıcılar için gölgelik alanlar oluşturulmuştur. Girişte sağ yönde oval çizgiler kullanılarak geometrik iskeleler tasarlanmıştır. Çim parseller, ağaçlandırmalar ve çeşitli bitkiler getirilerek oluşturulan meydana kafe ile kamp yapmak isteyenler için daire şeklinde çim parseller ve daire şeklinde amfi (40 cm yüksekte 2 basamaklı 80 cm kotunda) yerleştirilmiştir. Yeşil ağ konsepti ile bol miktarda yeşil alan oluşturulmaya çalışılmıştır. Bitkilerin farklı renk tonları ve biçimleri kullanılarak tüm alana görsel zenginlik kazandırılmıştır. Girişin sol yönünde 50 araçlık otopark tasarlanmış, otopark çevresi gölge yapan ağaçlar



ile çevrelenmiştir. Otoparkın yanına restoran tasarlanmıştır. Restoran çevresi yeşil parseller ile bitkilendirilmiştir. Alanda ilerlendiğinde çim parcel içinde gözlemevi bulunmaktadır. Alanın tam görüş alanı içerisine girmesi için gözlemevi iki kat şeklinde tasarlanmıştır. Yeşil ağ ile devam eden mendirek tarafı marina ile tamamlanmıştır. Marinada yeşil hat boyunca gölge alanlar oluşturulmuş ve çim parcel içinde çay bahçesi yerleştirilmiştir. Alanda mevcut durumda bulunan deniz fenerinin restorasyon önerisi ile kullanıma devam etmesi düşünülmüştür. Dereye ahşap köprü ile geçiş verilerek alana nostaljik bir görünüm katılmıştır. Oturma alanlarında çim parseller ile gölge yapan ağaçlar kullanılarak denizi seyretme olanağı sağlanmıştır. Daire şeklindeki parselde çocuklar için çim yüzeyli oyun alanı tasarlanmıştır. Oyun alanının yanında futbol sahası düşünülmüştür. Öneri proje 2'ye ait pafta ve görseller Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. (a-1) 2. Öneri Proje Leke, Kesin Proje ve Üç Boyutlu Görselleri

### Öneri Proje 3

**Konsept:** Damla; kavramının suyu çağrıştırmamasından dolayı bu konsept seçilmiştir. Alanın en önemli kaynağı olan suyun tüm projede vurgulanması amacıyla kullanım öğeleri, detaylar ve tasarım çizgilerine suyun etkisinin yansıtılması düşünülmüştür. Su gösterisi, terasın formuyla oluşturulmuş havuz gibi suya dayalı görsel ve fiziksel aktiviteler bu projenin odak noktası olmuştur.

**İhtiyaç Listesi:** Dinlenme alanı (400 m<sup>2</sup>), amfi (125 m<sup>2</sup>), oyun alanı (125 m<sup>2</sup>), otopark (125 m<sup>2</sup>), meydan (275 m<sup>2</sup>), kafe (100 m<sup>2</sup>), yeşil alan (600 m<sup>2</sup>), teras (350 m<sup>2</sup>), iskele (120 m<sup>2</sup>), plaj (225 m<sup>2</sup>), tekne çekek yeri (100 m<sup>2</sup>), restoran (125 m<sup>2</sup>), seyir alanı (175 m<sup>2</sup>), açık çay bahçesi (150 m<sup>2</sup>), park (125 m<sup>2</sup>)

Alan mevcut haliyle sert zemini çok olan bir mekândır. Alanın görselliği açısından bu soğuk etkiyi kırmak, yeşil alan ve kullanım alanlarını arttırmak hedeflenmiştir. Alana giriş batı yönündedir. Alana girildiğinde kullanıcıları kafe ve yeşil alan karşılamaktadır. Alanın doğusunda bulunan mendirekte tekne çekek yeri, teras, restoran, seyir alanı düşünülmüştür. Güney kısmında ise plaj ve yeşil alanlar bulunmaktadır. Alanın kuzey kısmında fenerin bulunduğu kısımda zemini çakıl taşı ve yeşil alan olan asma-germe elemanlarının kullanıldığı bir alan tasarlanmış ve ziyaretçilerin bu alanda denizi seyretmeleri sağlanmıştır. Bunun yanında amfi tasarlanmış olup amfinin kuzey ve güney kısmında geceleri ışıklandırılmış yüksek boylu ağaçlar tercih edilmiştir. Bu alanın batısında çocuk oyun alanı

tasarlanmış, alanının içerisinde ebeveynler için oturma birimleri ve su gösterisi düşünülmüştür. Alanın batısında mendireğin bitiminde otopark ve otoparkın yanında tuvaletler konumlandırılmıştır. Otoparkın güneyinde teras ve iskeleler yer almaktadır. Teras denize doğru tasarlanmıştır. Bu sayede kullanıcıların kumsal dışında da güvenli bir şekilde denize girebileceklerdir. Terasın batısında kameriyeler konumlandırılmıştır. Alanın kuzey ve batısını içine alan bir meydan tasarlanmıştır. Bunun yanında kafe ve kullanıcıların çimde oturabilecekleri yeşil alan oluşturulmuştur. Kafenin güney kısmında teras olarak oluşturulan bir rekreasyon alanı tasarlanmıştır. Derenin iç kısmı insanların oturabilecekleri ve yürüyebilecekleri şekilde tasarlanmıştır. Derenin denize bakan yönünde ahşap bir teras ve oturma birimleri konumlandırılmıştır. Terasın arkasında çim tepe ve bisiklet park yerleri düşünülmüştür. Terastan sonra restoran ve piknik alanı tasarlanmıştır. Mendirek boyunca manzara seyri için basamaklarla yükseltilmiş seyir alanı bulunmaktadır. Bu alan aynı zamanda manzara noktasıdır. Öneri proje 3'e ait pafta ve görseller Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. (a-i) 3. Öneri Proje Leke, Kesin Proje ve Üç Boyutlu Görselleri

#### Öneri Proje 4

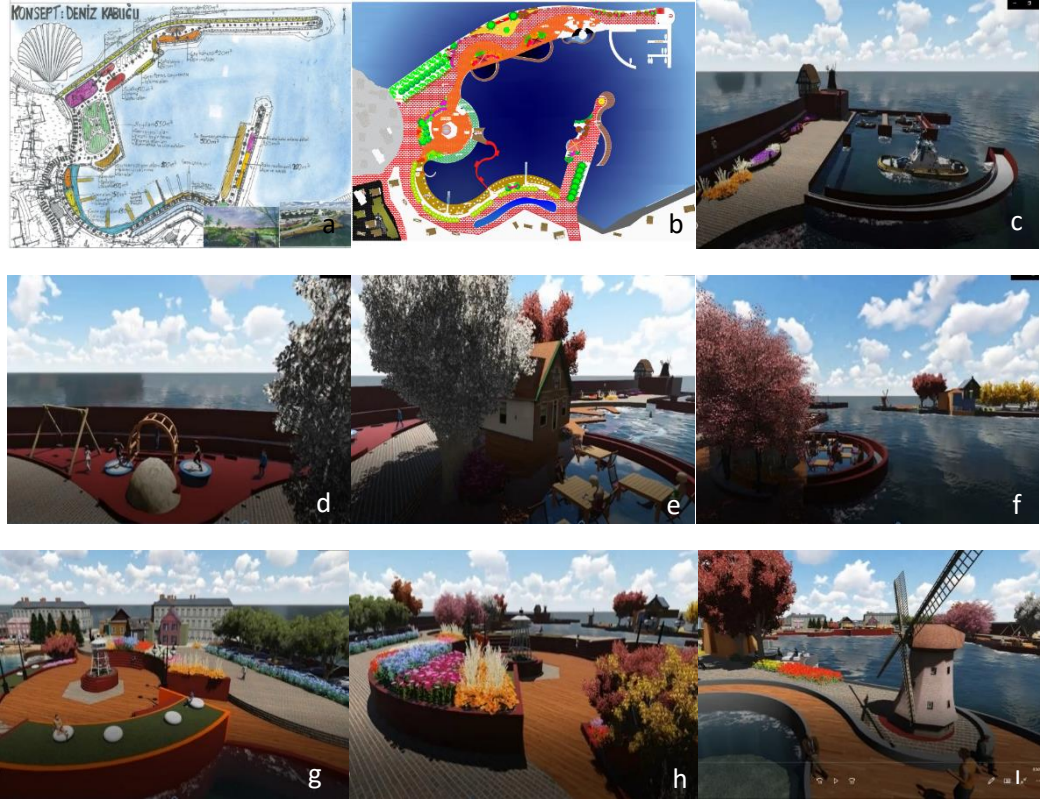
**Konsept:** Deniz Kabuğu; sonsuzluğu simgelemektedir. Yüzyıllardır proje alanını oluşturan koylar kullanılmıştır. Alanın sahip olduğu değerler bu alanın gelecekte de kullanılacağını hissettirmektedir. Bu projeye alanın yenilenen çevresiyle geleceğe taşınması düşünülmüş ve kültürün sonsuzluğu ifade edilmeye çalışılmıştır. Tasarım çizgilerinde ve donatı elemanlarında deniz kabuğu figürü kullanılmıştır. Hediyelik eşya stantlarında da alanı ve projeyi hatırlatıcı deniz kabuğu figürlü hediyelerin satışının yapılması önerilmiştir.

**İhtiyaç listesi:** Otopark (550 m<sup>2</sup>), cam teras kafe (420 m<sup>2</sup>), meydan (650 m<sup>2</sup>), amfi-tiyatro (180 m<sup>2</sup>), çocuk oyun alanı, marina, plaj, satış birimi (150 m<sup>2</sup>), restoran, su rekreasyon alanı (500 m<sup>2</sup>)

Kurucaşile kıyı peyzaj tasarımında, alanın merkezinde plan görünüşü deniz kabuğunun ayrılışı ve ortaya çıkan inciyi temsil eden meydan tasarıma yön vermiştir. Deniz kabuklarının yerel halkın ekonomisine yardımcı olması göz önünde bulundurularak denizden toplanan deniz kabuklarının hediyelik eşya, bijuteri vb. satışları için mendirekte alanlar ayrılmıştır. Alanda geniş yürüme yolları, amfiler, basılabilir çim alanlar tasarlanmıştır. Meydanın kuzeyinde tasarlanan otopark alanı 75 araçlıktır. Otoparkta bitkilerle gölgelendirme sağlanmıştır. Otoparkta engelli kullanıcılar için alan ayrılmıştır. İkinci



مندیرهkte bulunan otopark alanında ise gölgelendirme aydınlatma elemanları ile sağlanmıştır. Bu aydınlatmalar gündüzleri gölgelendirme, akşamları ışık kullanımını sağlayacaktır. Kafe iki yarım daire formunda tasarlanmıştır. Kafenin zemini camdandır ve deniz görünmektedir. Ayrıca kafenin kenarları ahşap iskeleyle çevrelenmiştir. Geniş alanda tasarlanan kafenin deniz manzaralı oluşu ve karşısında çocuk oyun alanı tasarlanması çocuklu ailelerin ve misafirlerin kullanımını kolaylaştıracaktır. Çocuk oyun alanında küçük tepeler, kum havuzları ve tırmanma parkuru tasarlanmıştır. Amfi tiyatro alanında zemin farklılıklarıyla tasarım güçlendirilmiştir. Alan sınırları tehlikeye karşı korkuluklarla kapatılmıştır. Sahne kısmı tam daire formunda, zemin rengi beyaz olarak düşünülmüştür. Meydanın merkezinde 3 katlı fener tasarlanmıştır. Fenerin içerisinde oturma birimleri ve Kurucaşile tarihini anlatan bilgilendirme levhaları bulunacaktır. Meydanda basılabilir çim alanlar tasarlanmıştır. Ayrıca meydanda bulunan iskeleden plaja ulaşmak mümkündür. Tekne kiralamak isteyenler için fenerin yanında marina danışma düşünülmüştür. Plaj alanı engelli ve engelsiz tüm kullanıcılara uygun tasarlanmıştır. Plajda fiziksel engellilerin denizle buluşmasını sağlayacak yürüyüş platformu, özel şezlonglar, özel soyunma kabinlerini barındıran tesis ücretsiz olarak hizmet verecektir. Ayrıca engelli vatandaşların spor yapabileceği voleybol sahaları düşünülmüştür. Balık tutma, yelken yarıştırmaya gibi aktiviteler için liman kenarında alan ayrılmıştır. Öneri proje 4'e ait pafta ve görseller Şekil 7'de gösterilmiştir.



**Şekil 7.** (a-i) 4. Öneri Proje Leke, Kesin Proje ve Üç Boyutlu Görselleri

### Sonuç ve Öneriler

Çalışma alanında doğal ve kültürel değerleri koruyarak alanın fiziksel ve görsel kalitesini geliştirme düşüncesinden hareketle başlayan süreç birbirinden farklı proje konseptlerinin oluşmasıyla çeşitlenmiştir. Alanda bulunan sorunların giderilmesi, mevcut potansiyelin geliştirilmesi ve kullanıcıların istek ve ihtiyaçlarının karşılanmasında konsept dahilinde çözümler üretilmiştir. Çalışmada rota, yeşil ağ, damla ve deniz kabuğu gibi suyu ve ormanı çağrıştıran doğa temalı konseptlerle peyzaj tasarımları oluşturulmuştur. Projede plan kararları ve tasarım ilkelerinin oluşturulması, geliştirilen fikirler temelinde neden-sonuç ilişkisinin kurulması, alternatif çözüm yollarının tespit edilmesi ve projenin bütüncül değerlendirilmesinde seçilen konseptler etkili olmuştur. Projede doğanın korunması ve alanın geliştirilmesi temel hedefiyle farklı tasarımlarla farklı çözümlerin üretilebileceği görülmüştür.

Önerilen projelerin alana uygulanmasıyla kentin kültür ve turizm aksına yeni ivme kazandıracığı, kaliteli bir yaşam mekânı olacağı şüphesizdir. Planlama ve tasarım ölçeğindeki çalışmalarda kıyı bütünlüğünün sağlanabilmesi önemli bir ölçüttür. Çalışma Kurucaşile limanında farklı kullanım alanlarının oluşturulması ve bu alanların tasarımda işlevsel ve estetik yönden uyum sağlaması açısından önemlidir.

Alanın mevcut hali düşünüldüğünde kullanımların yetersiz olduğu ve ziyaretçilerin alanı görmek için yeterli bir sebebi olmadığı söylenebilir. Oysaki alan Bartın'ın tarihi geçmişinde bir liman olarak ürünlerin ve kültürlerin değişiminde rol oynamış önemli bir alandır. Alanın önem ve özelliklerinin günümüze taşınmasında ve alanın yıl boyu kullanımının sağlanarak yerli halka ekonomik gelir getirmesinde peyzaj tasarım projesi bir araç olacaktır.

### Destek ve Teşekkür

Çalışmada emeği geçen Burak Baş, Dilruba Merve Coşkun, Elvan Demir ve Ofelya Samadova'ya teşekkürlerimi sunarım.

### Yazar Katkısı

Nurhan Koçan, çalışmada verilerin toplanması, hazırlanması ve makalenin yazımını gerçekleştirmiştir.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

### ORCID

Nurhan Koçan  <https://orcid.org/0000-0001-9433-7007>

### Kaynaklar

Aksoy, Y. (2019). *Mimarlıkta peyzaj tasarımı*. Genç Ofset.

Brachya, V. (1993). Some spatial aspects of environmental impact statements in Israel. *Geoforum*, 27(4), 527-537.

Çelikyay, S., Koçan, N. ve Çorbacı, L. (2006). *Urban landscape design strategies on 3000 years settlement: Amasra*. WSEAS International Congress, Venice, Italy.

Çubuk, M. (1991). *Kamu mekânları ve kentsel tasarım*. Kamu mekânları tasarımı ve kent mobilyaları sempozyumu, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul.

GoogleMaps. (2020). <https://www.google.com.tr/maps/@> adresinden 09.12.2020 tarihinde alınmıştır.

Güleç, S. (1983). *Kıyasal alanların rekreasyonel ve turistik yönden planlanmasında yeni bir yaklaşım*. Türkiye 7. Dünya Şehircilik Günü, Kıyıları Kolokyumu, Trabzon.

Gürpınar, E. (1996). *Kent ve çevre sorunlarına bir bakış* (2. Baskı). Der Yayınları.







Kaplan, A. (1995). *Doğal ve kültürel değerlerce zengin kıyı mekânlarına yönelik peyzaj planlama yönteminin Foça örneğinde ortaya konulması üzerinde araştırmalar*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ege Üniversitesi.

Kurucaşile Belediyesi. (2020). Tanıtım. <https://www.kurucasile.bel.tr/> adresinden 09.12.2020 tarihinde alınmıştır.

Kurucaşile Kaymakamlığı. (2020). Tanıtım. <http://www.kurucasile.gov.tr/> adresinden 09.12.2020 tarihinde alınmıştır.

- Mossop, E. (2019). *Sustainable coastal design and planning*. <https://set.kuleuven.be/icou/research/osa/publications/mekong-sustainable-coastal-design-and-planning.pdf> adresinden 29.08.2021 tarihinde alınmıştır.
- Nüfusucom. (2020). Kurucaşile nüfusu – Bartın. [https://www.nufusu.com/ilce/kurucasile\\_bartin-nufusu](https://www.nufusu.com/ilce/kurucasile_bartin-nufusu) adresinden 09.12.2020 tarihinde alınmıştır.
- Smith, S. L. J. (1991). The supply-side definition of tourism: Reply to leiper. *Annals of Tourism Research*, 18(2), 312-318. [https://doi.org/10.1016/0160-7383\(91\)90011-Y](https://doi.org/10.1016/0160-7383(91)90011-Y)
- WowTurkey. (2020). <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?> adresinden 09.12.2020 tarihinde alınmıştır.

## Entomopatojen Fungusların Açık Alan Koşullarında *Bombus Arısı* Üzerindeki Etkinliğinin Belirlenmesi

Asiye Uzun Yiğit<sup>1</sup> , Görkem Yanık<sup>2</sup> , İsmail Yaşhan Buluş<sup>2</sup> , Ayhan Gösterit<sup>2</sup> ,  
Ozan Demirözer<sup>1</sup> , Şerife Evrim Arıcı<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Isparta

Geliş Tarihi / Received Date: 26.05.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 13.12.2021

### Özet

Bu çalışmada *Beauveria bassiana* BIM-001 ve *Fusarium subglutinans* 12A izolatının farklı koşullar altında *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) ergin işçi bireyleri ve domates bitkilerinin çiçeklerinde gelişimi ve bu ortamlarda canlı kalma başarısının belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma üç farklı aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, açık alan koşullarında bulunan domates bitkilerinin çiçeklerine her iki entomopatojen fungusu ait spor süspansiyonlarının püskürtme yöntemiyle uygulanmıştır. İkinci aşamada, her bir entomopatojen fungus izolatı (Efi) 50 adet *B. terrestris* işçi bireyine 1 atm basınçta püskürtme yapabilen sistem yardımıyla 20 sn süreyle (0.5 ml) uygulanmış ve uygulama yapılan bireyler ayrı ticari kovanlara aktarılmıştır. Üçüncü aşamada ise her iki Efi'na ait spor süspansiyonu laboratuvar koşullarında hazırlanmış ve bu ortam koşullarında bırakılmıştır. Her 3 aşamada da önce 10 saat boyunca 2 saat aralıkla, daha sonra 24., 48. ve 72. saatlerde işçi arı, çiçek ya da spor süspansiyonu patates dekstroz agar ortamına alınarak entomopatojen fungusların reizolasyonları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; *B. terrestris* işçi arıları ve domates çiçeklerinde ilk uygulamadan sonra 10. saate kadar her iki fungus izolat sporlarının canlı kalarak gelişebildiği belirlenmiştir. Dış ortam koşullarında bırakılan süspansiyonlarda ilk 24 saatte her iki entomopatojen fungusu ait hif gelişiminin meydana geldiği ancak, diğer gözlem zamanlarında herhangi bir gelişimin olmadığı kaydedilmiştir. Entomopatojen fungus uygulamalarından sonra 6. saatte *F. subglutinans* 12A'nın çiçekte gelişimi diğer ortamlara göre istatistiki olarak farklı ve daha düşük seviyelerde kalmıştır. Uygulamadan sonra 8. saatte ise *B. bassiana* BIM-001'in işçi arılarda gelişimi daha düşük ve farklı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** hedef dışı organizma, abiyotik faktörler, biyolojik mücadele, spor çimlenmesi

## Determination of the Efficiency of Entomopathogenic Fungi on Bumble bee in Open Field Conditions

### Abstract

In this study, the growth of *Beauveria bassiana* BIM-001 and *Fusarium subglutinans* 12A in *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) individuals and flowers of tomato was investigated under different conditions. The study was carried out in three stages. In the first stage, spore suspensions of both entomopathogenic fungi were sprayed on flowers of tomato in open field conditions. In the second stage, each entomopathogenic fungus isolate was applied to 50 *B. terrestris* individuals for 20 seconds with a spraying system at 1 atm pressure and the treated individuals were transferred to separate commercial hives. In the third stage, the spore suspension of both entomopathogenic fungus was prepared and left under laboratory conditions. In all three stages, first at intervals of 2 hours for 10 hours, then at 24., 48. and 72. hours, the worker bee, flower or spore suspension was taken into potato dextrose agar medium, and entomopathogenic fungi were re-isolated. As a results of the study, it was determined that the spores of both fungus isolate remained alive until the 10<sup>th</sup> hour after the first application in *B. terrestris* workers and tomato flowers. It was noted that hyphae development of both entomopathogenic fungi occurred in 24 hours in suspensions left under outdoor conditions, but any development was observed at other observation times. Growth of *F. subglutinans* 12A in flower at the 6<sup>th</sup> hour after entomopathogenic fungus applications were statistically different and remained at lower levels compared to other conditions. The development of *B. bassiana* BIM-001 in bees at the 8<sup>th</sup> hour was found to be lower and different ( $P < 0.05$ ).

**Keywords:** non-target organism, abiotic factors, biological control, spore germination



## Giriş

Arılar, yabani ve tarımsal bitkilerin birincil tozlayıcıları olarak ekosistemde önemli bir işleve sahiptir (Free, 1993; Klein vd., 2007). *Bombus* arıları (*Bombus* Latreille) ise *Apis* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) türleri dışında en çok bilinen tozlayıcılardır (Kevan, 1999; Williams ve Osborne, 2009). *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae), Avrasya kökenli olup 1800'lerden beri dünyanın dört bir yanına yayılmıştır. Bu türün yayılması, arıların Avrupa'da seralarda tozlaşma amacıyla ticari olarak tedarik edildiği 1980'lerde ivme kazanmıştır (Dafni vd., 2010). *Bombus terrestris* Şili, Tazmania ve Yeni Zelanda gibi doğal olarak bulunduğu bölgelerden daha sıcak olan ülkelerde de hayatta kalabilmesi ve devamlılığını sağlayabilmesi için termoregülasyon metabolizmasına sahiptir. Bu metabolizma düşük sıcaklıklara dayanmasını ve kışın aktif olmasını sağlamaktadır (Dafni vd., 2010; Goulson, 2003; Heinrich, 1979). Tozlaşma için oldukça önemli olarak kabul edilen bu canlıların yaşamları üzerinde olumsuzluklar yaratan en etkili faktörler arasında pestisitler ilk sıralarda gösterilmektedir. Pestisitler özellikle *bombus* türlerinin gelişim, üreme ve yuva bulma gibi davranışlarında bozulmalara, kolonilerde çökmelere sebep olurken aynı zamanda ölümcül olmayan farklı etkilere de neden olabilmektedir (Blacquiere vd., 2012; Bryden vd., 2013; Smaghe vd., 2013; Wu vd., 2011). Pestisitlerin doğrudan ve dolaylı olarak oluşturdukları riskler, çevre sağlığı için daha güvenli olan yeni bileşiklerin araştırılmasını teşvik etmiş ve tarım alanlarında zararlı kontrolü amacıyla kullanımlarını hızlandırmıştır (Villaverde vd., 2014). Bu bağlamda, biyolojik kontrol etmenleri ve biyoinsektisitler zararlı yönetiminde önemli ölçüde kabul görmektedir (Barbosa vd., 2015; Cantrell vd., 2012). Biyolojik kökenli kontrol etmenlerinin çevre dostu ve kimyasallara göre daha güvenilir oldukları bilinmektedir (Shipp vd., 2007; van Lenteren, 2007). Dünya genelinde botanik, fungus ve bakteri kökenli olan biyoinsektisitler en yaygın olarak tercih edilenlerdir. Özellikle entomopatojen funguslar zararlı mücadelesinde dikkat çekici bir paya sahip olmuştur. Biyolojik mücadelede kullanılan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypomycetes)'nin *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae), *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Crambidae), *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) ve sera zararlılarının popülasyonunun baskılanmasında etkili olduğu bilinmektedir (Goettel vd., 1990; Lewis vd., 1996; Poprawski vd., 1997). Buna karşın tam da istenildiği gibi *B. bassiana*'nın açık alan koşullarında tozlayıcılar ve diğer faydalı organizmalar için tehlike yaratmadığı bildirilmektedir (Al-mazra'awi vd., 2006; Goettel vd., 1990; Kevan vd., 2003). Entomopatojen fungusların virülansı her zaman sıcaklık, nem, ışık gibi çevresel faktörlerden etkilenmekte olup, entomopatojen fungus sporunun hayatta kalması, kalıcılığı ve sporülasyonunun büyük ölçüde sıcaklıktan etkilendiği bilinmektedir (Hajek vd., 1990; Ignoffo vd., 1985; Tang ve Hou, 2001). Entomopatojen fungusların değişen iklim koşullarına fizyolojik adaptasyonları, böceklere karşı biyolojik kontrol ajanları olarak potansiyellerini artırmaktadır (Ment vd., 2010). Bu nedenle, etkili bir enfeksiyon için optimum koşulları belirlemek için inokulum yoğunluğu, sıcaklık, nem ve toprak dokusu gibi faktörleri değerlendirmek büyük önem taşımaktadır (Wilson vd., 2017). Güneş ışığı, nem, sıcaklık gibi abiyotik faktörler, mikoinsektisitlerin bitkiler üzerindeki hem anlık etkinliği hem de kalıcılığını da etkileyebilmektedir. Genel olarak, güneş ışığının, özellikle UV-A ve UV-B bileşenlerinin, yaprak yüzeyinde üzerindeki fungal propagüller için önemli bir ölüm faktörü olduğu ve toprak yüzeyindeki mikoinsektisitlerin kısa süreli kalıcılığından büyük ölçüde sorumlu olduğu kabul edilmektedir (Jaronski, 2010). Özellikle sıcaklık ve nem, entomopatojen fungusların hayatta kalmasını ve etkinliğini etkileyen en önemli çevresel faktörlerdir (Bugeme vd., 2008; Mishra vd., 2015). 16 °C'nin altındaki sıcaklıklar, entomopatojen fungusların çoğu için çimlenme ve büyüme oranlarını giderek yavaşlatır ve böylece hedef popülasyonun daha uzun süre hayatta kalması açısından etkinliği etkilemektedir (Ihara vd., 2008; Inglis vd., 1999; Jaronski, 2010). Bu çalışmada, söz konusu entomopatojen fungusların açık alan şartlarında uygulandıktan sonra hayatta kalma, infekte edebilme özelliklerini ortaya koyabilmek için reizolasyonları yapılmıştır. Ayrıca tarımsal üretimde genel tozlayıcı tür olarak kullanılan *B. terrestris* bireylerinde iki farklı Efi'nin etkililikleri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada virülens olduğu bilinen ve +4 °C'de muhafaza edilen entomopatojen fungus stok kültürlerinden *B. bassiana* BIM-001 (10<sup>8</sup> spor/ml) (*Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera:

Chrysomelidae)'dan elde edilen) ve *F. subglutinans* 12A ( $10^6$  spor/ml) (*Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)'den elde edilen) izolatlarının PDA ortamında üretimi yapılmış ve spor süspansiyonları hazırlanarak *B. terrestris* ergin işçi bireyleri ve domates bitkilerinin çiçeklerinde kullanılmıştır. Çalışma üç farklı aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, açık alan koşullarında bulunan domates bitkilerinin çiçeklerine her iki Efi'na ait spor süspansiyonları ayrı ayrı olacak şekilde 20'şer bitkiye püskürtme yöntemiyle uygulanmıştır. İkinci aşamada, her bir entomopatojen izolatı 50 adet *B. terrestris* işçi bireyine 1 atm basınçta 20 sn (0.5 ml) püskürtme şeklinde uygulanmış ve uygulama yapılan bireyler dış ortam koşullarında tutulan ticari kovanlara aktarılmıştır. Bu kovanlardan belirlenen gözlem zamanlarında 3'er işçi alınarak mekanik yöntemle ölmesi sağlandıktan sonra entomopatojen fungusların gelişimi takip edilmiştir. Üçüncü aşamada ise her iki Efi'na ait spor süspansiyonu laboratuvar koşullarında hazırlanmış ve bu aşama laboratuvar koşullarında yürütülmüştür.

Her 3 aşamada da önce 10 saat boyunca 2 saat aralıkla, daha sonra 24., 48. ve 72. saatlerde işçi arı, çiçek ve spor süspansiyonu (0.5 ml) steril cam petrielerde (9 cm) Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamına alınmıştır. Her bir aşamada Efi'larının gelişimleri takip edilmiştir. Çalışmanın her aşamasına ait sıcaklık ve nem koşulları kaydedilmiştir. Her 3 aşama için Efi'larının farklı zaman dilimlerinde gerçekleşen fungus gelişimi rekolasyon sonuçları dikkate alınarak elde edilen veriler Tukey testi (SPSS 20) ile analiz edilerek karşılaştırılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Çalışmada entomopatojen fungus türlerinden *F. subglutinans* ve *B. bassiana*'nın sırasıyla 12A ve BIM-001 izolatlarının uygulanmalarının ardından 10 saat süresince 2 saat periyotlarla ve daha sonra ilk gözlem zamanını takip eden 24., 48. ve 72. saatlerde Efi'larının uygulandıkları organizma ve ortam üzerindeki gelişimleri gözlenmiştir. Araştırmada yer verilen Efi'ların *B. terrestris* işçi arılarında ve domates çiçeklerinde ilk uygulamadan sonra 10. saate kadar entomopatojen fungusun sporlarının canlı kalarak gelişebildiği belirlenmiştir. Laboratuvar koşullarında petri denemelerinde ise 24. saati de içine alacak şekilde ilk 24 saatte her iki entomopatojen fungusu ait hif gelişiminin meydana geldiği ancak diğer gözlem zamanlarında herhangi bir gelişimin olmadığı kaydedilmiştir (Tablo 1).

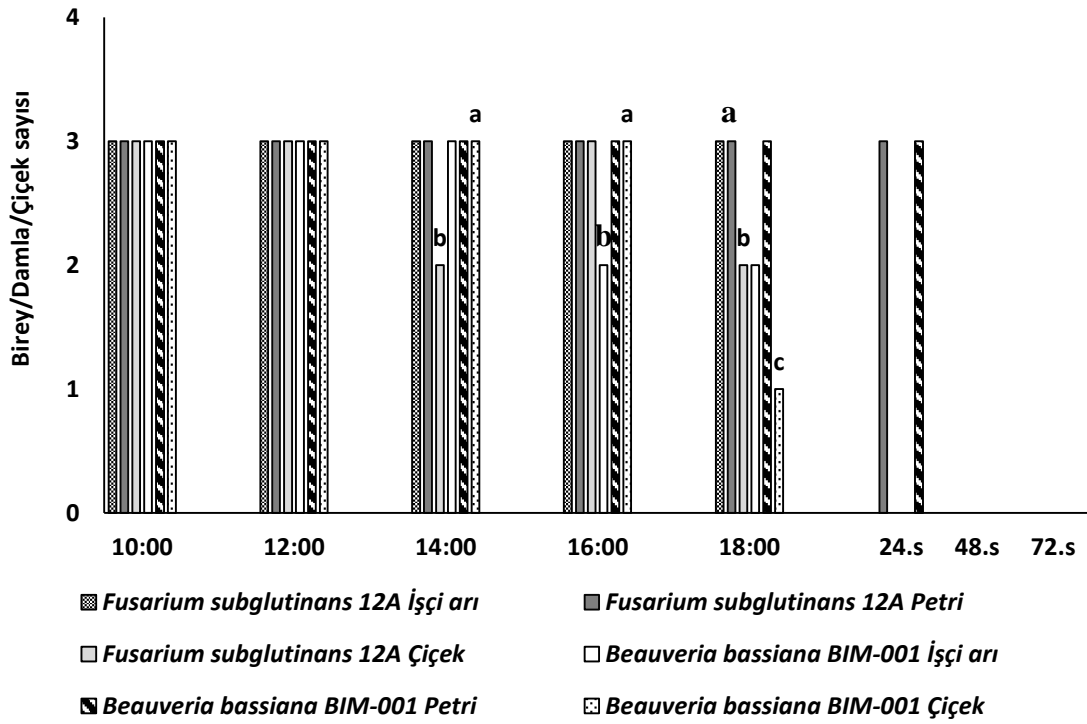
**Tablo 1.** Entomopatojen Fungusların Uygulandığı Farklı Ortam ve Organizmalardaki Gelişim Durumu

Gözlem Saatleri	Uygulama yapılan ortam ve organizmalardaki gelişim durumları						Sıcaklık (°C)	Nem (%)
	<i>Fusarium subglutinans</i> 12A			<i>Beauveria bassiana</i> BIM-001				
	İşçi arı	Petri	Çiçek	İşçi arı	Petri	Çiçek		
10:00	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	29.2	37.0
12:00	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	35.2	34.8
14:00	●●●	●●●	●●-	●●●	●●●	●●●	34.4	32.0
16:00	●●●	●●●	●●●	●●-	●●●	●●●	34.7	30.8
18:00	●●●	●●●	●●-	●●-	●●●	●--	32.1	29.3
24. saat	---	●●●	---	---	●●●	---	29.1	31.8
48. saat	---	---	---	---	---	---	29.7	32.0
72. saat	---	---	---	---	---	---	30.9	26.8

●: Entomopatojen Fungus Gelişimi Var, -: Entomopatojen Fungus Gelişimi Yok

Açık veya kapalı alan üretim koşullarında tarımsal zararlıların kontrolü amacıyla yapılan entomopatojen fungus uygulamaları ve uygulanan organizmaların ortamdaki kalıcılık süreleri hem hedef hem de hedef dışı organizmalar açısından önem taşımaktadır. Entomopatojen funguslara dayalı biyo-kontrol stratejileri, yalnızca konukçu ve patojen arasındaki etkileşime değil, aynı zamanda maruz kaldıkları ortama da bağlıdır (Mishra vd., 2015). Pratikte, yeni bir izolat için, sıcaklık, nem ve fotoperiyod gibi çevresel faktörlerin entomopatojen fungus sporlarında hayatta kalma, çimlenme, penetrasyon ve sporülasyon üzerindeki etkisinin yanı sıra konukçularda hastalık gelişimi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi gereklidir (Tang ve Hou, 2001). Entomopatojen fungusların konukçunun vücuduna

girdikten sonra, böcek üzerindeki etkileri yoluyla sıcaklıktan ve dolaylı olarak nemden etkilenmeye devam ettiği de bildirilmektedir (Jaronski, 2010). Bu abiyotik faktörler entomopatojen fungusların biyolojik kontrol ajanı olarak etkinliğini sınırlayabilmektedir (Garrido-Jurado vd., 2011; Jaronski, 2010; Wilson vd., 2017). Hem etkinliği hem de kalıcılığı etkileyen bu faktörlerin anlaşılması, zararlı böcek popülasyonunun tatmin edici şekilde yönetilmesini sağlamak için böcek, patojen, ürün ve özellikle buldukları ortamın manipülasyonuna izin verecektir (Jaronski, 2010). Uygun ortam koşulları sağlandığında bu sporların ne kadar süreyle canlı kalabilecekleri ve enfektivite durumlarının araştırılmış olması preparat haline getirilecek entomopatojen organizmalar için hayati önem taşımaktadır. Özellikle hedef dışı organizmaların yaşayabilecekleri maruziyet ve bu maruziyet etkileri de ayrı bir soru işaretidir. Entomopatojen fungusların *Bombus* spp. gibi kültür bitkilerinin tozlaşmasında önemli rol oynayan canlılar için oluşturdukları ve/veya oluşturabilecekleri tehditleri elemine etmek amacıyla bekleme sürelerinin çalışılmış olması gereklidir. Bundan farklı olarak son yıllarda bombus türlerine zararsız olduğu kanıtlanmış olan bu biyolojik kontrol etmenleri tozlayıcı arılar vasıtasıyla üretim alanlarında zararlı Arthropod türlerine ulaştırılmaya çalışılmaktadır. Bu açıdan da bombus arısı üzerine bulaşması sağlanan entomopatojen fungusa ait spor/sporların canlı kalma süreleri sürdürülen mücadele çalışmalarının başarısı için önemlidir.



**Şekil 1.** Entomopatojen Fungus İzolatlarının Farklı Ortam Koşullarındaki Gelişimlerinin Karşılaştırılması

Yapılan bu çalışmada ticari preparat olmayan ve saha çalışmalarından elde edilmiş iki farklı entomopatojen fungus türüne ait izolatların farklı yaşam ortamları üzerindeki dış ortam koşullarına maruz kalmaları durumunda sporlarının ne kadar süre ile canlı kalabildikleri incelenmiştir. Entomopatojen fungus uygulamalarından sonra 6. saatte *F. subglutinans* 12A'nın çiçekte gelişimi diğer ortamlara göre istatistik olarak farklı iken 8. saatte *B. bassiana* BIM-001'in işçi arılarda gelişimi daha düşük ve farklı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Uygulamadan sonraki 10. saatte ise *F. subglutinans* 12A gelişiminin işçi arılarda en düşük seviyede olduğu, *F. subglutinans* 12A'nın çiçekte gelişimi ile *B. bassiana* BIM-001'in işçi arılarda gelişimi arasında fark olmadığı belirlenmiştir (Şekil 1).

## Sonuç

Çalışmada kullanılan Efi'lerinin sporlarının ilk 8 saat tüm ortamlarda başarılı bir şekilde hayatta kaldığı ve gelişim gözlemlendiği, 10. saatte ise her iki fungus türünün de domates çiçeklerindeki gelişimi biraz azalmış ancak yine de çiçeklerde canlı sporların kaldığı belirlenmiştir. Çalışmada *F. subglutinans* 12A'nın tüm ortamlarda 10. saat'e kadar *B. bassiana* BIM-001'e göre canlı kalma başarısının biraz daha yüksek olduğu söylenebilmektedir. Bu çalışmada elde edilen verilerin, özellikle sera koşullarında entomopatojen fungus uygulaması sırasında ve sonrasında ortamda bulunma ihtimali olan hedef dışı *B. terrestris* bireyleri üzerindeki etkileri ve ortamda kalıcılığının ortaya çıkarılmasında yararlı olacağına inanılmaktadır. Ayrıca bulaşık *B. terrestris* bireyleri ile bu etmenlerin yayılmasının araştırılması için önemli bir ön çalışma niteliğinde olduğu düşünülmektedir.

## Yazar Katkısı

Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatlarının üretimi ve hazırlanması, laboratuvar ve sera koşullarında uygulanması aşamalarını *Asiye Uzun Yiğit*, *Ozan Demirözer* ve *Şerife Evrim Arıcı* gerçekleştirirken, *Ayhan Gösterit*, *Görkem Yanık* ve *İsmail Yaşhan Buluş* çalışmanın ana materyallerinden olan *B. terrestris* işçi arılarının üretimi ve entomopatojen fungus izolatlarının uygulanması aşamasını yürütmüştür. Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin analizleri *Asiye Uzun Yiğit* ve *Ozan Demirözer* tarafından yapılmıştır. Yazarlar makaleyi birlikte yazdı, okudu ve onayladı.

## Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## ORCID

*Asiye Uzun Yiğit*  <https://orcid.org/0000-0002-4822-4762>

*Görkem Yanık*  <https://orcid.org/0000-0003-4616-1283>

*İsmail Yaşhan Buluş*  <https://orcid.org/0000-0003-4418-588X>

*Ayhan Gösterit*  <https://orcid.org/0000-0001-9686-7992>

*Ozan Demirözer*  <https://orcid.org/0000-0001-7240-8898>

*Şerife Evrim Arıcı*  <https://orcid.org/0000-0001-5453-5869>

## Kaynaklar

Al-mazra'awi, M. S., Shipp, L., Broadbent, B. ve Kevan, P. (2006). Biological control of *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae) and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) by *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae) vectored *Beauveria bassiana* in greenhouse sweet pepper. *Biological Control*, 37, 89–97. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2005.11.014>

Barbosa, W. F., De Meyer, L., Guedes, R. N. C. ve Smagghe, G. (2015.) Lethal and sublethal effects of azadirachtin on the bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Ecotoxicology*, 24, 130–142. <https://doi.org/10.1007/s10646-014-1365-9>

Blacquiere, T., Smagghe, G., Van Gestel, C. A. M. ve Mommaerts, V. (2012). Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk-assessment. *Ecotoxicology*, 21, 973–992. <https://doi.org/10.1007/s10646-012-0863-x>

- Bryden, J., Gill, R. J., Mitton, R. A. A., Raine, N. E. ve Jansen, V. A. A. (2013). Chronic sublethal stress causes bee colony failure. *Ecology Letters*, 16, 1463–1469. <https://doi.org/10.1111/ele.12188>
- Bugeme, D. M., Maniania, N. K., Knapp, M. ve Boga, H. I. (2008). Effect of temperature on virulence of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to *Tetranychus evansi*. *Experimental and Applied Acarology*, 46, 275–285. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9179-1>
- Cantrell, C. L., Dayan, F. E. ve Duke, S. O. (2012). Natural products as sources for new pesticides. *Journal of Natural Products*, 75, 1231–1242. <https://doi.org/10.1021/np300024u>
- Dafni, A., Kevan, P., Gross, C. L. ve Goka, K. (2010). *Bombus terrestris*, pollinator, invasive and pest: An assessment of problems associated with its widespread introductions for commercial purposes. *Applied Entomology and Zoology*, 45(1), 101–113. <https://doi.org/10.1303/aez.2010.101>
- Free, J. B. (1993). *Insect pollination of crops* 2nd ed. Academic Press.
- Garrido-Jurado, I., Torrent, J., Barron, V., Corpas, A. ve Quesada-Moraga, E. (2011). Soil properties affect the availability, movement, and virulence of entomopathogenic fungi conidia against puparia of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 58, 277–285. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.05.017>
- Goettel, M. S., Poprawski, T. J., Vandenberg, J. D., Li, Z. ve Roberts, D. W. (1990). Safety to nontarget invertebrates of fungal biocontrol agents. Laird, M., Lacey, L. A. ve Davidson, E. W. (Eds.), *Safety of Microbial Insecticides*, (pp. 209–229) CRC Press.
- Goulson, D. (2003). *Bumblebees-Their Behaviour and Ecology*. Oxford University Press.
- Hajek, A. E., Carruthers, R. I. ve Soper, R. S. (1990). Temperature and moisture relations of sporulation and germination by *Entomophaga mainaiga* (Zygomycetes: Entomophthoraceae), a fungal pathogen of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae). *Environmental Entomology*, 19, 85-90.
- Heinrich, B. (1979.) *Bumblebee Economics*. Harvard University Press.
- Ignoffo, C. M., Garcia, C. ve Gardner, W. A. (1985). Temperature stability of wet and dry conidia of *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson. *Environmental Entomology*, 14, 87-91. <https://doi.org/10.1093/ee/14.1.87>
- Ihara, F., Toyama, M., Mishiro, K. ve Yaginuma, K. (2008). Laboratory studies on the infection of stink bugs with *Metarhizium anisopliae* strain FRM515. *Applied Entomology and Zoology*, 43(4), 503–509. <https://doi.org/10.1303/aez.2008.503>
- Inglis, G. D., Duke, G. M., Kawchuk, L. M. ve Goettel, M. S. (1999). Influence of oscillating temperatures on the competitive infection and colonization of the migratory grasshopper by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium flavoviride*. *Biological Control*, 14(1), 111–120. <https://doi.org/10.1006/BCON.1998.0666>
- Jaronski, S. T. (2010). Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. *BioControl*, 55, 159–185. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-3966-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-90-481-3966-8_12)
- Kevan, P. G. (1999). Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, 373–393. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00044-4)
- Kevan, P. G., Al-mazra'awi, M. S., Sutton, J. C., Tam, L., Boland, G., Broadbent, B., Thomson, S. V. ve Brewer, G. J. (2003). Using pollinators to deliver biological control agents against crop pests. Downer, R. A., Mueninghov, J. C. ve Volgas, G. C. (Eds.), *Pesticide Formulations and Delivery Systems: Meeting the Challenges of the Current Crop Protection Industry*, American Society for Testing and Materials International, West Conshohocken, PA. ASTM STP 1430

- Klein, A. M., Vaissie`re, B. E., Cane, J. H., SteffanDewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C. ve Tscharrntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Lewis, L., Berry, E. C., Obrycki, J. J. ve Bing, L. A. (1996). Aptness of insecticides (*Bacillus thuringiensis* and carbofuran) with the endophytic *Beauveria bassiana*, in suppressing larval populations of the European corn borer. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 57, 27–34. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(95\)01011-4](https://doi.org/10.1016/0167-8809(95)01011-4)
- Ment, D. G., Gindin Glazer, I., Perl, S., Elad, D. ve Samish, M. (2010). The effect of temperature and relative humidity on the formation of *Metarhizium anisopliae* chlamydospores in tick eggs. *Fungal biology*, 114, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2009.10.005>
- Mishra, S., Kumar, P. ve Malik, A. (2015). Effect of temperature and humidity on pathogenicity of native *Beauveria bassiana* isolate against *Musca domestica* L. *Journal of Parasitic Diseases*, 39(4), 697–704. <https://doi.org/10.1007/s12639-013-0408-0>
- Poprawski, T. J., Carruthers, R. I., Speese, I. I. J., Vacek C & Wendel L (1997) Early-season applications of the fungus *Beauveria bassiana* and introduction of the hemipteran predator, *Perillus bioculatus* for control of Colorado potato beetle. *Biology Control*, 10, 48–57.
- Shipp, L., Elliot, D., Gillespie, D. ve Brodeur, J. (2007). From chemical to biological control in Canadian greenhouse crops. Vincent, C., Goettel, M. S. ve Lazarovits, G. (Eds.), *Biological Control, A Global Perspective*, (pp. 118–127), CAB International, UK.
- Smagghe, G., Deknopper, J., Meeus, I. ve Mommaerts, V. (2013). Dietary chlorantraniliprole suppresses reproduction in worker bumblebees. *Pest Management Science*, 69, 787–791. <https://doi.org/10.1002/ps.3504>
- Tang, L. C. ve Hou, R. F. (2001). Effects of environmental factors on virulence of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, against the corn earworm, *Helicoverpa armigera* (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, 125, 243-248. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2001.00544.x>
- Williams, P. H. ve Osborne, J. L. (2009). Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*, 40, 367–387. <https://doi.org/10.1051/apido/2009025>
- Wilson, W. M., Ibarra, J. E., Oropeza, A., Hernández, M. A., Toledo-Hernández, R. A. ve Toledo, J. (2017). Infection of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) Adults During Emergence from Soil Treated with *Beauveria bassiana* Under Various Texture, Humidity, and Temperature Conditions. *Florida Entomologist*, 100(3), 503-508. <https://doi.org/10.1653/024.100.0302>
- Wu, J. Y., Anelli, C. M. ve Sheppard, W. S. (2011). Sub-lethal effects of pesticide residues in brood comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity. *PLoS ONE*, 6, e14720.
- van Lenteren, J. C. (2007). Biological control for insect pests in greenhouses: an unexpected success. Vincent, C., Goettel, M. S. ve Lazarovits, G. (Eds.), *Biological Control, A Global Perspective*, (pp. 105–117), CAB International, UK
- Villaverde, J. J., Sevilla-Moran, B., Sandin-Espana, P., Lopez-Goti, C. ve Alonso-Prados, J. L. (2014). Biopesticides in the framework of the European Pesticide Regulation (EC). *Pest Management Science*, 70, 2–5. <https://doi.org/10.1002/ps.3663>

## Molecular Docking Studies of Halogenated Bicyclo[4.2.0] Inositols with SARS-CoV-2 Proteins

Ebrar Nur Şahin<sup>1</sup> , Abdullah Karanfil<sup>2</sup> , Ertan Şahin<sup>1</sup> , Latif Kelebekli<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Ataturk University, Erzurum 25240, Turkey

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Faculty of Sciences and Arts, Ordu University, Ordu 52200, Turkey

Geliş Tarihi / Received Date: 05.11.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 09.12.2021

### Abstract

Cyclic sulfate is the precursor compound that can adapt well to the binding sites of the docked proteins of SARS-CoV-2. Cyclic sulfate showed very strong molecular interactions for the 6lu7, 6zb5 and 6vww proteins of SARS-CoV-2, with binding energies of -7.33, -7.29 and -7.29 kcal mol<sup>-1</sup>, respectively. Besides, acetate showed very strong molecular interactions with -7.45 kcal mol<sup>-1</sup> for the 6lu7 protein of SARS-CoV-2. Therefore, according to our results, cyclic sulfate and acetate should be investigated as a promising drug candidate for the treatment of COVID-19.

**Keywords:** molecular docking, RdRp, Mpro, SGp, inositol

## Halojenli Bisiklo[4.2.0] İnositollerin SARS-CoV-2 Proteinleri ile Moleküler Doking Çalışmaları

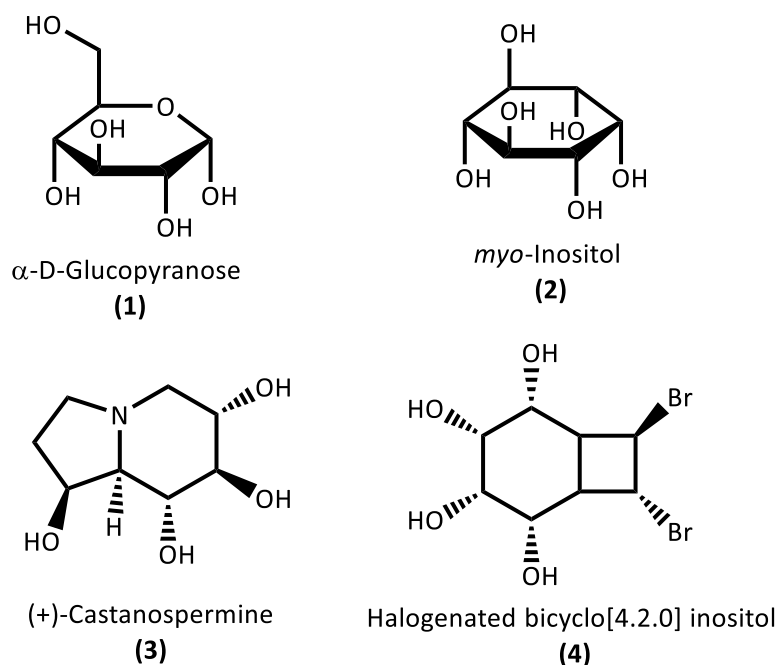
### Özet

Siklik sülfat, SARS-CoV-2'nin kenetlenmiş proteinlerinin bağlanma bölgelerine iyi uyum sağlayabilen öncü bileşiktir. Siklik Sülfat, SARS-CoV-2'nin 6lu7, 6zb5 ve 6vww proteinleri için sırasıyla -7.33, -7.29 ve -7.29 kcal mol<sup>-1</sup> 'lük bağlanma enerjileriyle çok güçlü moleküler etkileşimler gösterdi. Ayrıca asetat, SARS-CoV-2'nin 6lu7 proteini için -7.45 kcal mol<sup>-1</sup> ile çok güçlü moleküler etkileşimler gösterdi. Bu nedenle sonuçlarımıza göre siklik sülfat ve asetat, COVID-19 tedavisi için umut verici bir ilaç adayı olarak araştırılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** moleküler doking, RdRp, Mpro, SGp, inositol

## Introduction

Inositols which have a hexahydroxycyclohexane skeleton are the important subclass of cyclitol family. Their structures are analogous to those of replacing endo-oxygen atom with a methylene group in monosaccharides (1). This replacement provides some advantages to the molecule. Unlike carbohydrates, the absence of the acetal moiety (2) in inositols (Figure 1) protects them from hydrolysis and makes them chemically and biologically resistant (Zanardi et al., 2002). Due to their structural resemblance to sugars many polyhydroxylated alkaloids form an important family of glycosidase inhibitors (López et al., 2008). Bicyclic polyhydroxylated alkaloids such as (+)-castanospermine (3) and (-)-swainsonine and their chemically modified derivatives are also effective antiviral, antitumor and immunomodulatory agents (Wang et al. 2010) and identified as naturally occurring glycosidase inhibitors in plants and microorganisms (Kelebekli et al., 2005). We have previously performed molecular insertion studies on AChE and BuChE enzymes for enzyme inhibition for type 2 diabetes patients. In the previous study, it has been shown that cyclic sulfate is more active against AChE, BuChE and  $\alpha$ -glucosidase with the calculated binding energies of -8.22, -7.58 and -6.59 kcal.mol<sup>-1</sup>, respectively, compared to the galantamine and acarbose standard from which the binding energy is calculated (Şahin et al., 2022).



**Figure 1.** Some Carbasugar Derivatives

The most abundant isomer of inositols is the *myo*-inositol (2). *Myo*-inositol (2) is ingested with food mostly from fruits, beans, grains, and nuts (Kamenov & Gateva, 2020). *Myo*-Inositol (2) proved to reduce Interleukin-6 (IL-6) levels in a few conditions and to alleviate the inflammatory cascade, while being devoid of any major side effects (Bizzarri et al., 2020; Lagana et al., 2020). *Myo*-inositol (2) supplementation may represent a possible alternative therapy to counteract the hyper-immune activation induced by COVID-19 involving activation of the IL-6 cascade. Also, *myo*-inositol (2) can stimulate pulmonary surfactant production, thereby reducing inflammatory processes (Espinola et al., 2021). Scyllo-inositol, one of many isomers of 1,2,3,4,5,6-cyclohexanehexol, has been shown to have promising potential as a therapeutic for Alzheimer's disease by directly interacting with the amyloid  $\beta$  ( $A\beta$ ) peptide to inhibit  $A\beta$ 42 fiber formation. A single fluoro substitution and 1,4-dimethylation of scyllo-inositol provide compounds that remain effective in inhibiting  $A\beta$ 42 fiber formation (Sun et al., 2008). Due to the important biological activities of inositols, many research groups focus on the synthesis of bicyclo and/or halogenated derivatives (Aksu et al., 2020; Kelebekli & Atli, 2019; Kelebekli & Kaplan, 2017).



The new human coronavirus, called severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), first appeared in Wuhan, China, in late 2019. This virus spread rapidly around the world, causing the respiratory illness called coronavirus disease 2019 (COVID-19). Given the multiple threats and disturbances posed by the pandemic, scientists around the world are racing to understand SARS-CoV-2 and explore its pathophysiology to find potential treatments and effective therapeutic drug candidates. Pandemic COVID-19 infections have spread all over the world. There is no effective treatment for this disease. Viral RNA-dependent RNA polymerase (RdRp) catalyzes the replication of RNA from RNA and the main protease (Mpro) is involved in processing polyproteins translated from the RNA of SARS-CoV-2 and therefore these two enzymes are potent candidates for targeting by anti-viral drugs. Although various therapeutic agents have been evaluated for the treatment of 2019 coronavirus disease (Covid-19), no antiviral agents have yet been shown to be effective. Small molecules such as lopinavir and favipiravir significantly inhibit the activity of Mpro and RdRp in vitro. Studies have shown that structurally modified lopinavir, favipiravir, and other similar compounds can inhibit the COVID-19 major protease (Mpro) and RNA-dependent RNA polymerase (RdRp) (Rafi et al. 2020). In this study, lopinavir was chosen to bind to the main protease and structurally similar compounds and favipiravir to target RNA-dependent RNA polymerase. In addition, remdesivir was chosen as the drug for Spike/ACE2. Seeing the worldwide health crisis, our goal was to find a suitable drug candidate that could target SARS-CoV-2. Remdesivir, an inhibitor of the viral RNA-dependent, RNA polymerase with in vitro inhibitory activity against SARS-CoV-1 and the Middle East respiratory syndrome (MERS-CoV) (Agostini et al., 2018; Brown et al., 2019; Sheahan et al., 2017), was identified early as a promising therapeutic candidate for Covid-19 because of its ability to inhibit SARS-CoV-2 in vitro (Wang et al 2020). In addition, in nonhuman primate studies, remdesivir initiated 12 hours after inoculation with MERS-CoV (de Wit et al., 2013; de Wit et al., 2020) reduced lung virus levels and lung damage. As of October 22, 2020, remdesivir, an antiviral agent, is the only drug approved for treatment of COVID-19 (de Wit et al., 2020). The approved drugs used were Azithromycin, Ritonavir, Lopinavir, Oseltamivir, Ivermectin and Heparin, which are emerging as promising agents in the fight against COVID-19 (Arouche et al., 2021).

Favipiravir, also known as T-705, a purine nucleic acid analogue, is one of the antiviral candidates evaluated in several clinical trials. It is an experimental chemical and was first created by Japanese company Toyama, a subsidiary of Fuji Film, as reported by Furuta in 2002 (Furuta et al., 2002). It was approved in Japan in 2014 as a substitute option for resistant influenza infection and has since been approved in several countries and is indicated for the treatment of patients with mild to moderate COVID-19 disease (Agrawal et al. 2020). Favipiravir is an RNA-dependent RNA polymerase inhibitor. It is activated in cells in its phosphoribosylated form (Favipiravir-RTP) and inhibits viral RNA polymerase activity (Allen et al., 2020).

For this purpose, molecular coupling of three SARS-CoV-2 proteins with three active ingredients previously reported to be active in vitro was performed (Şahin et al., 2022). The insertion results of these three compounds were compared with three FDA-Approved Drugs currently in use in COVID 19, namely Remdesivir, Favipiravir and Litonavir.

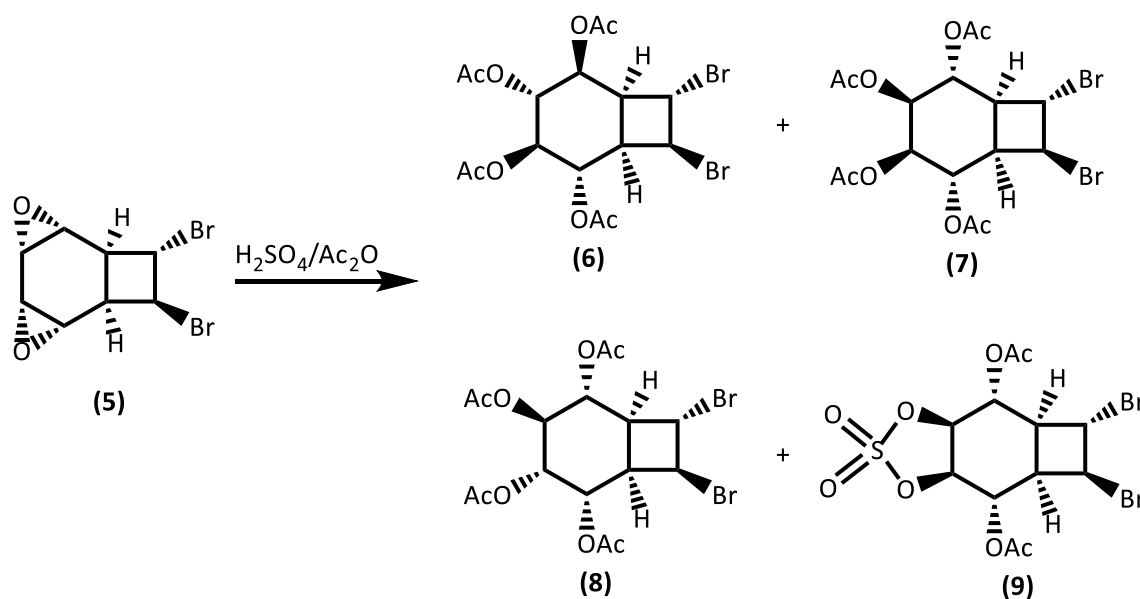
### **Material and Method**

All docking experiments were performed using Autodock 4.2 (Morris et al., 2014) program to examine protein-ligand interactions at the active site and estimate binding affinity scores. Preparation of proteins and ligands for molecular docking was done using MGLTools. Water molecules were removed, hydrogen added, torsional angles verified, and Kollman charges added. The ligand binding site was then used for all the downloaded proteins to identify the active site of the protein. The receiver grid generation workflow was used to define a grid (box) around the ligand to hold all functional residues in the grid (Table 1).

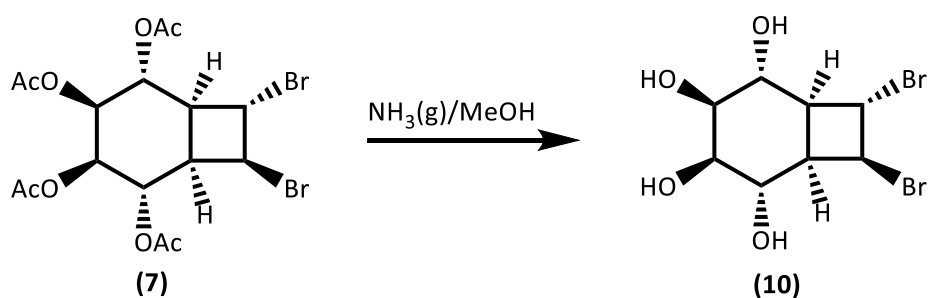
The Lamarckian Genetic Algorithm (LA) protocol was applied to perform molecular insertion. Pole interactions, Van der Waals forces, and interactions between other non-covalent protein and coupled ligand were estimated using the Autodock calculation method. All protein constructs used in splicing experiments were obtained from the Research Collaboration for Structural Bioinformatics Protein Data Bank (PDB). Ligand structure XRD results CIF file was converted to SDF file using OPENBABELGUI, SDF file was converted to the most stable structure, PDB format, by energy minimization with AVAGADRO program. Ligand and protein molecules were converted to suitable readable file formats (pdbqt) using AutoDockTools 1.5.6. All other software parameters were default values and free spin of all ligands present in the ligand was allowed when the receptor was solid. The generated output files were converted to protein-ligand complex, which was analyzed using BioVia Discovery Studio Software.

## Result and Discussion

As a part of the research aimed at synthesis of novel tetrols we have prepared halogenated bicyclo[4.2.0] inositols and a cyclic sulfate derivative from *syn*-bisepoxide (5) (Figure 2) (Karanfil et al., 2020). Starting from the commercially available cyclooctatetraene (COT), synthesis of *syn*-bisepoxide easily carried out using literature protocols (Adam & Balci, 1980). The reaction of the bisepoxide (5) with acidified acetic anhydride gave a mixture of 3 tetraacetate isomers (6, 7 and 8) and an unexpected cyclic sulfate (9) derivative (Karanfil et al., 2020). Separation of the tetraacetates and removal of the acetate functionalities with ammonia gave the expected novel halogenated bicyclo[4.2.0] inositols (10) resembling dihydroconduiritol-A, -B, and -F structures (Figure 3).



**Figure 2.** Ring-opening Reaction of Bisepoxide 5

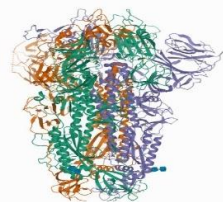
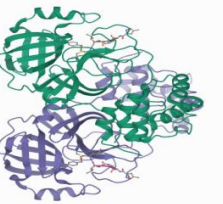
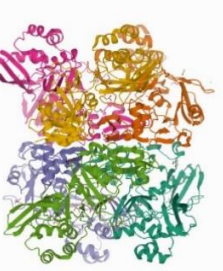


**Figure 3.** Ammonolysis of Tetraacetate 7

In this study a docking study of halogenated bicyclo[4.2.0] inositol derivatives (6, 9, and 10) was performed against the reference molecules, FDA-Approved Drug Remdesivir, Lopinavir and Favipiravir with the therapeutic target proteins of SARS-CoV-2, i.e., SGp, Mpro, and Endoribonuclease Nsp15/NendoU, used in patients intubated for COVID-19 treatment.

The binding energies of the cyclic sulfate and the FDA-Approved Remdesivir, Lopinavir, Favipiravir with the therapeutic target proteins of SARS-CoV-2, i.e., SGp, Mpro, and Endoribonuclease Nsp15/NendoU are summarized in Table 2.

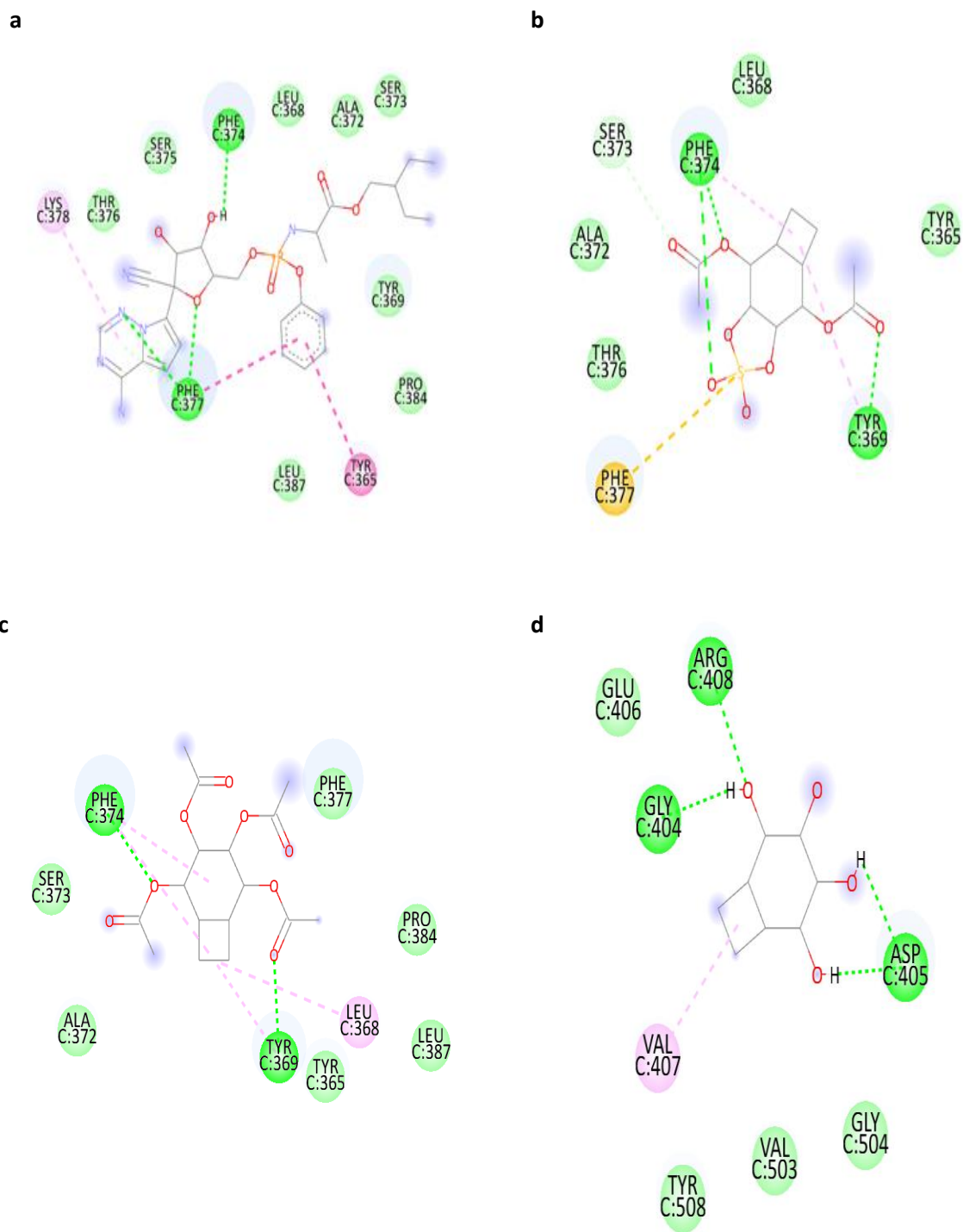
**Table 1.** Details of Protein Targets, 3D Structures and Their Active Sites

S.No	PDB Protein Code	Protein Name	3-D Structure	Interactions with Selected Amino Acids at Binding Sites
1	6ZB5	CoV-2 Spike protein		Cys336, Phe338, Val341, Phe342, Cys361, Phe374, Phe377, Phe392, Arg408, Gln409, Cys432, Trp436, Phe515.
2	6LU7	COVID-19 main protease		Thr24, Thr25, Thr26, His41, Met49, Tyr54, Leu141, Asn142, Gly143, Ser144, Cys145, His164, Met165, Glu166, Leu167, Pro168, His172, Asp187, Arg188, Gln189, Thr190, Ala191, Gln192.
3	6VWW	NSP15 Endoribonuclease SARS CoV2		His235, His250, Lys290, Ser294, Thr341, Tyr343.

**Table 2.** Comparative Dock Score of Ligands with Therapeutic Target Proteins of COVID-19 (kcalmol<sup>-1</sup>)

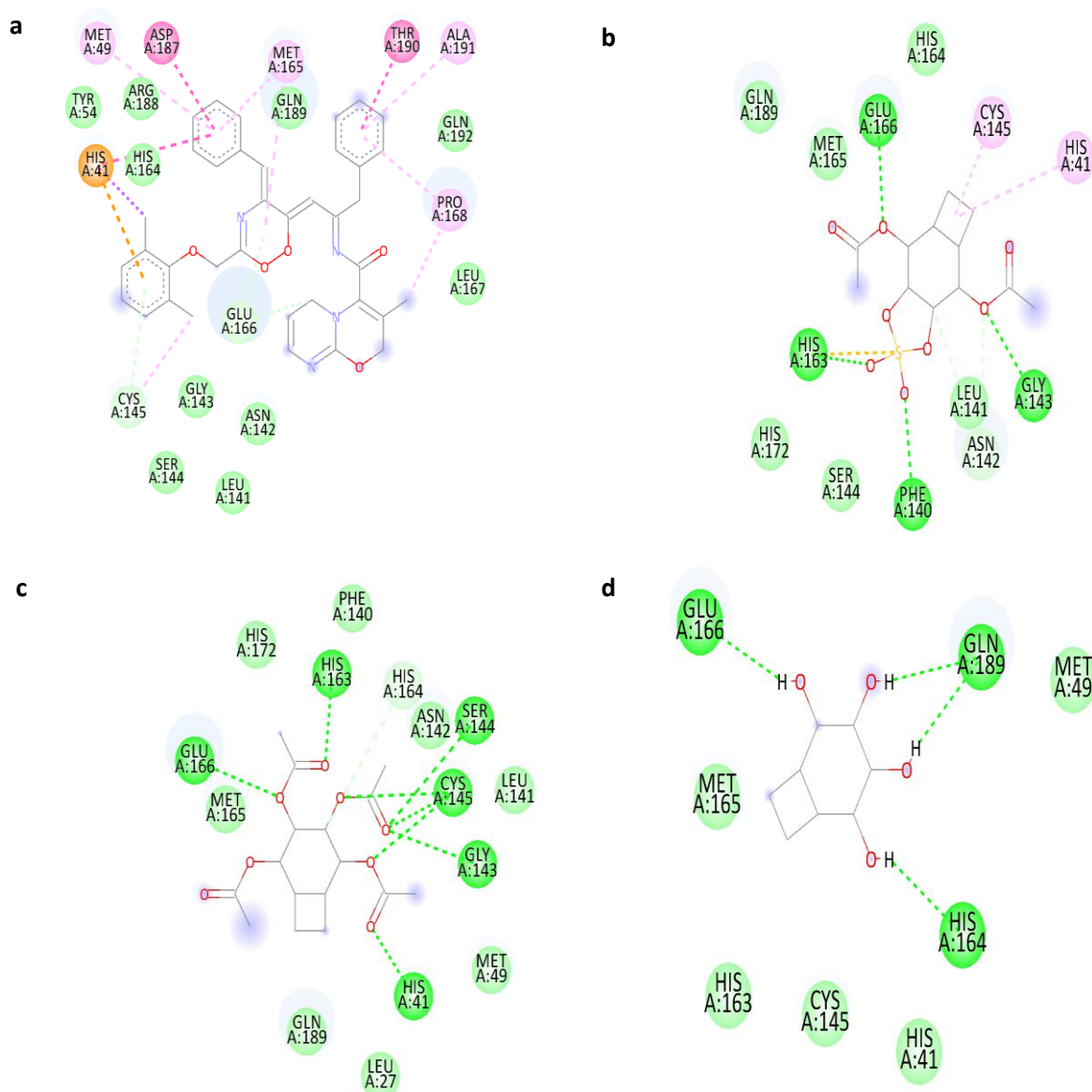
Ligand	SARS CoV-2 Spike Protein, Closed Conformation, C3 Symmetry	COVID-19 Mpro in Complex with the Inhibitor N3	Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS CoV-2
Cyclic Sulfate (9)	<b>-7,29</b>	<b>-7,33</b>	<b>-7,29</b>
Acetate (6)	-6,44	<b>-7,45</b>	-6,54
Tetrol (10)	-4,89	-5,69	-5,0
Control Drugs			
Lopinavir	-	-12,05	-
Remdesivir	-5,36	-	-
Favipiravir	-	-	-4,46

Remdesivir, pi-alkyl interaction with Lys378, pi-pi stacked interaction with Tyr365, pi-lone pair interaction with Phe377, pi-donor hydrogen bond interaction Phe377, conventional hydrogen bond with Phe374 and Phe377(2) and Vdw (Van der Waals) interactions with Tyr369, Ala372, Ser373, Ser375, Thr376, Pro384 and Leu387 showed binding affinity to SARS CoV-2 spike protein, closed conformation, C3 symmetry chain C residues active site with binding energy of  $-5.36 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Cyclic Sulfate (9), pi-alkyl interaction with Phe374 and Tyr369, pi-sulfur interaction with Phe377, carbon hydrogen bond with Ser373, conventional hydrogen bond with Phe374(2) and Tyr369 and Vdw interactions with Tyr365, Leu368, Ala372 and Thr376 showed binding affinity to SARS CoV-2 spike protein, closed conformation, C3 symmetry chain C residues active site with binding energy of  $-7.29 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Acetate (6) pi-alkyl interaction with Tyr369 and Phe374(2), alkyl interaction with Leu368, conventional hydrogen bond with Phe374 and Tyr369 and Vdw interactions with Tyr365, Ala372, Ser373, Phe377, Pro384 and Leu387 showed binding affinity to SARS-CoV-2 spike protein, closed conformation, C3 symmetry chain C residues active site with binding energy of  $-6.44 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Tetrol (10), alkyl interaction with Val407, conventional hydrogen bond with Gly404, Arg408 and Asp405(2) and Vdw interactions with Glu406, Val503, Gly504 and Gly508 showed binding affinity to SARS CoV-2 spike protein, closed conformation, C3 symmetry chain C residues active site with binding energy of  $-4.89 \text{ kcal mol}^{-1}$  (Figure 4).



**Figure 4.** Remdesivir (a), Cyclic Sulfate (b), Acetate (c) and Tetrol (d) Docked in the SARS-CoV-2 Spike Protein, Closed Conformation, C3 Symmetry (PDB ID: 6zb5) with 2D Animated Pose Showing Non-Covalent Interactions between Cyclic Sulfate and SGp

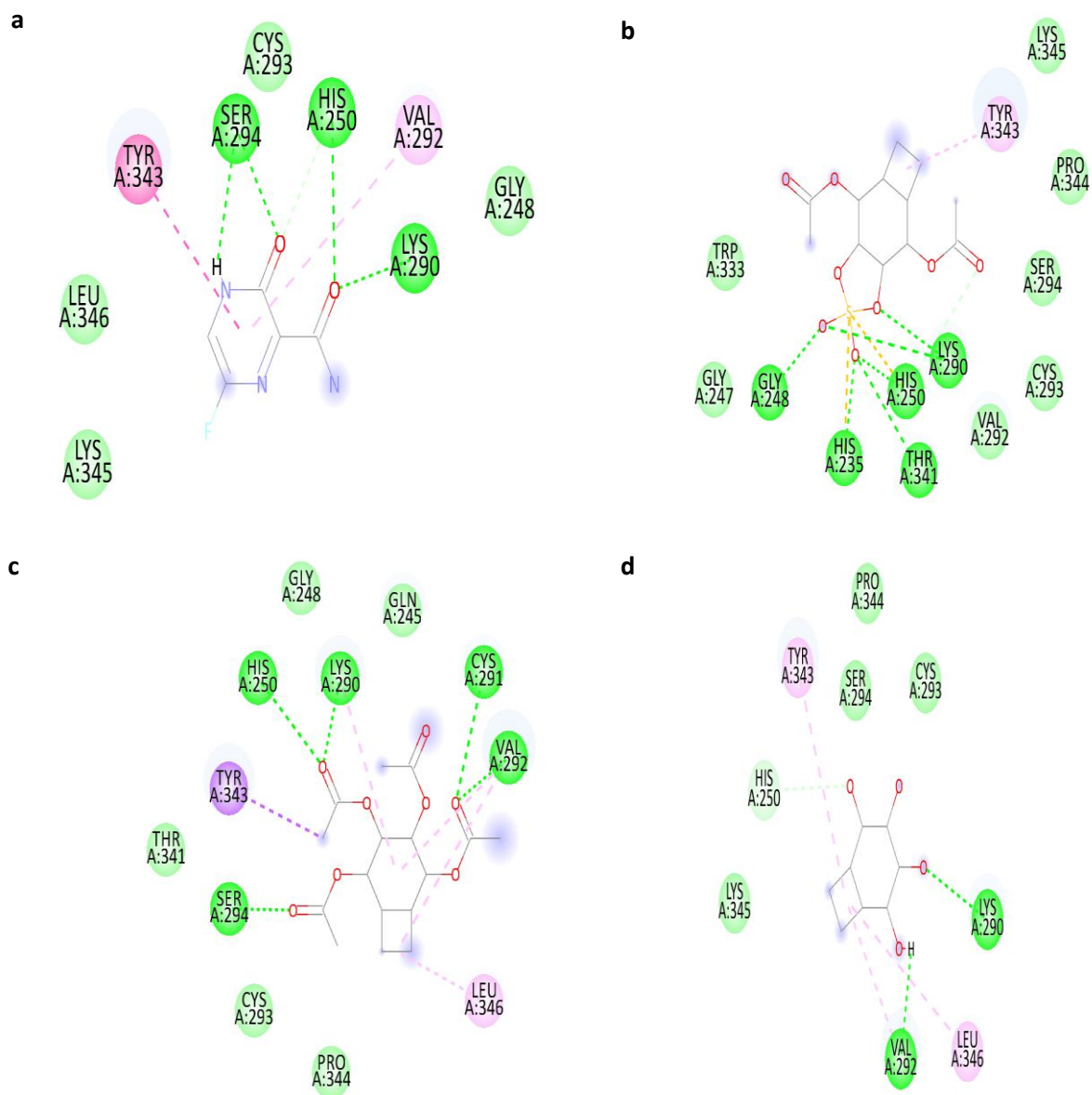
Lopinavir, COVID-19 Mpro in complex with the inhibitor N3 A chain, alkyl interaction with Cys145, Pro168, pi-sigma interaction with His41, pi-alkyl interaction with Met49, Met165(2), Pro168, Ala191, pi-cation interaction with His41, pi-pi stacking interaction with His41, pi-pi T-shaped interaction with His41, amide-pi stacked interaction with Asp187, Thr190, carbon-hydrogen bond with Glu166, pi-donor hydrogen bond with Cys145, Glu166, and Vdw interactions with Tyr54, Asn142, Gly143, Ser144, His164, Leu167, Arg188, Gln189 and Gln192 showed binding affinity to COVID-19 Mpro in complex with the inhibitor N3 chain A residues active site with binding energy of  $-12.05 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Cyclic Sulfate (9), COVID-19 Mpro in complex with the inhibitor N3 A chain, carbon-hydrogen bond with Leu141(2), Asn142(2), alkyl interaction with Cys145, pi-alkyl interaction with His41, pi-sulfur interaction with His163, conventional *H*-bond with Phe140, Gly143, His163, Glu166 and Vdw interactions with Ser144, His164, His172 and Gln189 showed binding affinity to COVID-19 Mpro in complex with the inhibitor N3 chain A residues active site with binding energy of  $-7,33 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Acetate (6), COVID-19 Mpro in complex with the inhibitor N3 A chain, carbon-hydrogen bond with His164, conventional hydrogen bond with His41, Gly143, Ser144, Cys145(3), Glu166 and Vdw interactions with Leu27, Met49, Phe140, Leu141, Asn142, Met165, His172, His172 and Gln189 showed binding affinity to COVID-19 Mpro in complex with the inhibitor N3 chain A residues active site with binding energy of  $-7,45 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Tetrol (10), COVID-19 Mpro in complex with the inhibitor N3 A chain, conventional hydrogen bond with His164, Glu166, Gln189(2) and Vdw interactions with His41, Met49, Cys145, His163 and Met165 showed binding affinity to COVID-19 Mpro in complex with the inhibitor N3 chain A residues active site with binding energy of  $-5.69 \text{ kcal mol}^{-1}$  (Figure 5).



**Figure 5.** Lopinavir (a), Cyclic Sulfate (b), Acetate (c) and Tetrol (d) Docked in the COVID-19 Mpro in Complex with the Inhibitor N3 (PDB ID: 6LU7) with 2D Animated Pose Showing Non-Covalent Interactions between Cyclic Sulfate and Mpro

Favipiravir, Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS CoV-2 A conventional hydrogen with His250, Lys290, Ser294(2), carbon-hydrogen bond with His250, pi-alkyl interaction with Val292, pi-pi stacked interaction with Tyr343 and Vdw interactions with Gly248, Cys293, Lys345 and Leu346 showed binding affinity to Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS-CoV-2 A residues active site with binding energy of  $-4.46 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Cyclic Sulfate (9), Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS-CoV-2 A conventional hydrogen with His235, Gly248, Lys290(2), Thr341, carbon-hydrogen bond with His250, pi-sulfur interaction with His235, His250, pi-alkyl interaction with Tyr343 and Vdw interactions with Gly247, Val292, Cys293, Ser294, Trp333, Pro344, Lys345 showed binding affinity to Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS-CoV-2 A residues active site with binding energy of  $-7,29 \text{ kcal mol}^{-1}$ . Acetate (6), Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS-CoV-2 A conventional hydrogen with His250, Lys290, Cys291, Val292, Ser294, pi-sigma interaction with Tyr343, alkyl interaction with Lys290, Val292(2), Leu346 and Vdw interactions with Gln245, Gly248, Val292, Cys293, Thr341 and Pro344 showed binding affinity to Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS-CoV-2 A residues active site with binding energy of  $-6.54 \text{ kcal mol}^{-1}$

<sup>1</sup>. Tetrol (10), Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS-CoV-2 A conventional hydrogen with Lys290, Val292, carbon-hydrogen bond with His250, pi-alkyl Tyr343 interaction with His235, His250, alkyl interaction with Leu346 and Vdw interactions with Cys293, Ser294, Pro344, Lys345 showed binding affinity to Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS-CoV-2 A residues active site with binding energy of  $-5.0 \text{ kcal mol}^{-1}$  (Figure 6).



**Figure 6.** Favipiravir (a), Cyclic Sulfate (b), Acetate (c) and Tetrol (d) Docked in the Crystal Structure of NSP15 Endoribonuclease from SARS-CoV-2 (PDB ID: 6VWW) with 2D Animated Pose Showing Non-Covalent Interactions between Cyclic Sulfate and Endoribonuclease Nsp15/NendoU

In this article, we examined the potential benefit of halogenated bicyclo[4.2.0] inositols (4), whose inhibitory effects were evaluated, in reducing the inflammatory response on SARS-CoV-2 infection. The management of the disease is mostly supportive, and respiratory failure from acute respiratory distress syndrome is the leading cause of death in a significant proportion of affected patients. Considering the knowledge of myo-inositol (2), a polyol currently used to treat Neonatal Respiratory Distress Syndrome, we investigated the potential utility of newly synthesized halogenated bicyclo[4.2.0]inositols (4) (Karanfil et al 2020) in reducing the inflammatory response on SARS-CoV-2 infection. Preliminary data indicate that the dramatic increase in IL-6 and the ensuing cytokine release



syndrome may explain the development of fatal interstitial pneumonia. Inhibition of IL-6 by blocking its specific receptor with monoclonal antibodies has been advocated as a promising intervention. Myo-Inositol (2) has been proven to reduce IL-6 levels in a few conditions and alleviate the inflammatory cascade while devoid of any major side effects. Therefore, it is tempting to think that inositol may be useful in managing the dire effects of SARS-CoV-2 infection. SARS-CoV-2 infection or spike protein expression in human epithelial cells inhibits ACE2 expression and promotes IL-6/soluble IL-6R release. ACE2 expression is inhibited upon SARS-CoV-2 infection or spike gene transfection. Our crystal structure and docking data suggest that the ligand (cyclic sulfate 9) can bind to the substrate binding pocket of SARS-CoV-2 SGp at a high level. These interactions can collectively prevent SGp-RBD from binding to the receptor ACE2. Lopinavir, a vRNA polymerase inhibitor, has also shown the possibility of having inhibition of the COVID-19 major protease enzyme; this enzyme is responsible for the replication of the virus in the living body. To reach this conclusion, we have completed the journey of ligands insertion analysis with the COVID-19 major protease PDB ID: 6lu7. Initially, the Lopinavir control drug and 3 small drugs with the possibility of protease inhibition of the virus were placed, the results were observed and analyzed. Further residue analysis indicated that acetate (6) and cyclic sulfate (9) may have protease inhibition possibilities for the interruption of viral replication as amino acids of the binding pocket for acetate (6). Cyclic sulfate (9) was like the reference molecule N3 complexes in the 3D structure of the COVID-19 major protease 6lu7. This strongly supports the hypothesis that the development of a single antiviral agent targeting Mpro, or such an agent used in combination with other potential treatments, could provide an effective first line of defense against all coronavirus-related diseases. These results primarily showed only possibilities, but clinical studies are still needed to confirm the findings.

### Conclusion

Our results reveal that cyclic sulfate (9) may inhibit SARS-CoV-2 target proteins (SGp, nsp15 and Mpro) in the least energy conformation. We have identified cyclic sulfate (9) as an important halogenated bicyclo[4.2.0] inositol derivative. However, the human ACE2 receptor was found to interact best with halogenated bicyclo[4.2.0]inositol acetate (6). After conducting this study, we propose new cyclic sulfate (9) and acetate (6) (separately or in combination) as important halogenated bicyclo[4.2.0]inositol compounds effective against SARS-CoV-2. The current work could be very helpful in stopping the further growth of the COVID-19 pandemic.

### Acknowledgement

The authors are indebted to Ordu University Scientific Research Projects Coordination Unit (ODU/BAP, Grant No: AR-1659) and Ataturk University Scientific Research Projects Coordination Unit (BAP, Project No. 2013/77) for financial support of this work.

### Authors' Contributions

*Ebrar Nur Şahin*, molecular docking, preparation of the manuscript. *Abdullah Karanfil*, synthesis and characterization compounds, preparation of the manuscript. *Ertan Şahin*, molecular docking, preparation of the manuscript and wrote the manuscript. *Latif Kelebekli*, designed the study, critically evaluated the results, and wrote the manuscript. All authors read and approved the final version of the manuscript.

### Ethics

There are no ethical issues related to the publication of this article.

### Conflicts of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

## ORCID

Ebrar Nur Şahin  <https://orcid.org/0000-0002-1222-1500>

Abdullah Karanfil  <https://orcid.org/0000-0003-2948-4216>

Ertan Şahin  <https://orcid.org/0000-0002-6311-8917>

Latif Kelebekli  <https://orcid.org/0000-0002-6242-2589>

## References

- Adam, W., & Balci, M. (1980). Cyclic polyepoxides: Synthetic, structural and biological aspects. *Tetrahedron*, 36(7), 833-858. [https://doi.org/10.1016/0040-4020\(80\)80034-2](https://doi.org/10.1016/0040-4020(80)80034-2)
- Aksu, A., Akincioglu, H., Gulcin, İ., & Kelebekli, L. (2021). Concise syntheses and some biological activities of DL-2,5-di-O-methyl-chiro-inositol, DL-1,4-di-O-methyl-scylo-inositol, and DL-1,6-dibromo-1,6-dideoxy-2,5-di-O-methyl-chiroinositol. *Archiv der Pharmazie*, 354, e2000254. <https://doi.org/10.1002/ardp.202000254>
- Agostini, M. L., Andres, E. L., Sims, A. C., Graham, R. L., Sheahan, T. P., Lu, X., Smith, E. C., Case, J. B., Feng, J. Y., Jordan, R., Ray, A. S., Cihlar, T., Siegel, D., Mackman, R. L., Clarke, M. O., Baric, R. S., & Denison, M. R. (2018). Coronavirus susceptibility to the antiviral remdesivir (GS-5734) is mediated by the viral polymerase and the proofreading exoribonuclease. *mBio*, 9(2), e00221-18. <https://doi.org/10.1128/mBio.00221-18>
- Agrawal, U., Raju, R., & Udwardia, Z. F. (2020). Favipiravir: A new and emerging antiviral option in COVID-19. *Medical Journal Armed Forces India*, 76(4), 370–376. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2020.08.004>
- Allen, C. N. S., Arjona, S. P., Santerre, M., & Sawaya, B. E. (2020). Potential use of RNA-dependent RNA polymerase (RdRp) inhibitors against SARS-CoV2 infection. *All Life*, 13(1), 608–614. <https://doi.org/10.1080/26895293.2020.1835741>
- Arouche, T. D. S., Martins, A. Y., Ramalho, T. C., Júnior, R. N. C., Costa, F. L. P., Filho, T. S. A., & Neto, A. M. J. C. (2021). Molecular Docking of Azithromycin, Ritonavir, Lopinavir, Oseltamivir, Ivermectin and Heparin Interacting with Coronavirus Disease 2019 Main and Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 3C-Like Proteases. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 21(4), 2075-2089. <https://doi.org/10.1166/jnn.2021.19029>
- Bizzarri, M., Laganà, A. S., Aragona, D., & Unfer, V. (2020). Inositol and pulmonary function. Could myo-inositol treatment downregulate inflammation and cytokine release syndrome in SARS-CoV-2? *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 24(6), 3426-3432. [https://doi.org/10.26355/eurev\\_202003\\_20715](https://doi.org/10.26355/eurev_202003_20715)
- Brown, A. J., Won, J. J., Graham, R. L., Dinnon, K. H., Sims, A. C., Feng, J. Y., Cihlar, T., Denison, M. R., Baric, R. S., & Sheahan, T. P. (2019). Broad spectrum antiviral remdesivir inhibits human endemic and zoonotic deltacoronaviruses with a highly divergent RNA dependent RNA polymerase. *Antiviral Research*, 169, 104541. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2019.104541>
- de Wit, E., Feldmann, F., Cronin, J., Jordan, R., Okumura, A., Thomas, T., Scott, D., Cihlar, T., & Feldmann, H. (2020). Prophylactic and therapeutic remdesivir (GS-5734) treatment in the rhesus macaque model of MERS-CoV infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6771-6776. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922083117>

- de Wit, E., Rasmussen, A. L., Falzarano, D., Bushmaker, T., Feldmann, F., Brining, D. L., Fischer, E. R., Martellaro, C., Okumura, A., Chang, J., Scott, D., Benecke, A. G., Katze, M. G., Feldmann, H., & Munster, V. J. (2013). Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) causes transient lower respiratory tract infection in rhesus macaques. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(41), 16598-16603. <https://doi.org/10.1073/pnas.1310744110>
- Espinola, M. S. B., Bertelli, M., Bizzarri, M., Unfer, V., Laganà, A. S., Visconti, B., & Aragona, C. (2021). Inositol and vitamin D may naturally protect human reproduction and women undergoing assisted reproduction from Covid-19 risk. *Journal of Reproductive Immunology*, 144, 103271. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2021.103271>
- Food, U., & Administration, D. (2020). *Fact Sheet for Health Care Providers Emergency Use Authorization (EUA) of Veklury® (remdesivir)*. <https://www.fda.gov/media/137566/download>
- Furuta, Y., Takahashi, K., Fukuda, Y., Kuno, M., Kamiyama, T., Kozaki, K., Nomura, N., Egawa, H., Minami, S., Watanabe, Y., Narita, H., & Shiraki, K. (2002). In vitro and in vivo activities of anti-influenza virus compound T-705. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 46(4), 977-981. <https://doi.org/10.1128/AAC.46.4.977-981.2002>
- Kamenov, Z., & Gateva, A. (2020). Inositols in PCOS. *Molecules*, 25(23), 5566. <https://doi.org/10.3390/molecules25235566>
- Karanfil, A., Şahin, E., & Kelebekli, L. (2020). Synthesis of novel tetrols from syn-bisepoxide: Preparation of halogenated bicyclo[4.2.0] inositols. *Tetrahedron*, 76(11), 131000. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2020.131000>
- Kelebekli, L., Kara, Y., & Balci, M. (2005). Stereospecific synthesis of a new class of compounds: bis-homoconduritol-A, -D, and-F. *Carbohydrate Research*, 340(12), 1940-1948. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2005.05.021>
- Kelebekli, L., & Kaplan, D. (2017). Stereospecific synthesis of novel methyl-substituted mono- and dimethoxy Conduritols. *Tetrahedron*, 73, 8-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tet.2016.11.042>
- Kelebekli, L., & Atlı, İ. (2019). Stereoselective synthesis of a new methyl-substituted inositol Derivative, *Tetrahedron*, 75, 130531. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2019.130531>
- Lagana, A. S., Unfer, V., Garzon, S., & Mariano Bizzarri, M. (2020). Role of inositol to improve surfactant functions and reduce IL-6 levels: A potential adjuvant strategy for SARS-CoV-2 pneumonia? *Medical Hypotheses*, 144, 110262. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110262>
- López, M. D., Cobo, J., & Noguerras, M. (2008). Building Bicyclic Polyhydroxylated Alkaloids: An Overview from 1995 to the Present. *Current Organic Chemistry*, 12(9), 718-750. <https://doi.org/10.2174/138527208784567197>
- Goodsell D. S, Morris G. M, Olson A. J. (1996). Automated docking of flexible ligands: applications of AutoDock. *J. Mol. Recognit*, 9(1), 1-5. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1352\(199601\)9:1<1::AID-JMR241>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1352(199601)9:1<1::AID-JMR241>3.0.CO;2-6)
- Rafi, M. O., Bhattacharje, G., Al-Khafaji, K., Taskin-Tok, T., Alfasane, M. A., Das, A. K., Parvez, M. A. K., & Rahman, M. S. (2020). Combination of QSAR, molecular docking, molecular dynamic simulation and MM-PBSA: analogues of lopinavir and favipiravir as potential drug candidates against COVID-19. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 30, 1-20. <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1850355>

- Rubin, D., Chan-Tack, K., Farley, J., & Sherwat, A. (2020). FDA Approval of Remdesivir — A Step in the Right Direction. *New England Journal of Medicine*, 383, 2598–2600. <https://doi.org/10.1056/NEJMp2032369>
- Sheahan, T. P., Sims, A. C., Graham, R. L., Menachery, V. D., Gralinski, L. E., Case, J. B., Leist, S. R., Pyrc, K., Feng, J. Y., Trantcheva, I., Bannister, R., Park, Y., Babusis, D., Clarke, M. O., Mackman, R.L., Spahn, J. E., Palmiotti, C. A., Siegel, D., Ray, A. S., & Baric, R.S. (2017). Broad-spectrum antiviral GS-5734 inhibits both epidemic and zoonotic coronaviruses. *Science Translational Medicine*, 9(396), eaal3653. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aal3653>
- Sun, Y., Zhang, G., Hawkes, C. A., Shaw, J. E., McLaurin, J. A., & Nitz, M. (2008). Synthesis of scyllo-inositol derivatives and their effects on amyloid beta peptide aggregation. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 16(15), 7177-7184. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2008.06.045>
- Şahin, E. N., Karanfil, A., Ayvaz, M. Ç., Şahin, E., & Kelebekli, L. (2022). Structural analysis of halogenated bicyclo[4.2.0] inositols, biological activities and molecular docking studies. *Journal of Molecular Structure*, 1248, 131357. <https://doi.org/10.1016/J.MOLSTRUC.2021.131357>
- Wang, M., Cao, R., Zhang, L., Yang, X., Liu, J., Xu, M., Shi, Z., Hu, Z., Zhong, W., & Xiao, G. (2020). Remdesivir and chloroquine effectively inhibit the recently emerged novel coronavirus (2019-nCoV) in vitro. *Cell Research*, 30, 269–271. <https://doi.org/10.1038/s41422-020-0282-0>
- Wang, N., Hang, L-H., & Ye, X-S. (2010). A new synthetic access to bicyclic polyhydroxylated alkaloid analogues from pyranosides. *Organic & Biomolecular Chemistry*, 11(8), 2639-2649. <https://doi.org/10.1039/B923180C>
- Wu, R., Wang, L., Kuo, H-C. D., Shannar, A., Peter, R., Chou, P. J., Li, S., Hudlikar, R., Liu, X., Liu, Z., Poiani, G. J., Amorosa, L., Brunetti, L., & Kong, A-N. (2020). An Update on Current Therapeutic Drugs Treating COVID-19. *Current Pharmacology Reports*, 6, 56-70. <https://doi.org/10.1007/s40495-020-00216-7>
- Zanardi, F., Battistini, L., Marzocchi, L., Acquotti, D., Rassu, G., Pinna, L., Auzzas, L., Zambrano, V., & Casiraghi, G. (2002). Synthesis of a Small Repertoire of Non-Racemic 5a-Carbahexopyranoses and 1-Thio-5a-carbahexopyranoses. *European Journal of Organic Chemistry*, 2002(12), 1956-1964. [https://doi.org/10.1002/1099-0690\(200206\)2002:12<1956::AID-EJOC1956>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/1099-0690(200206)2002:12<1956::AID-EJOC1956>3.0.CO;2-Y)

## ***Phytolacca americana* L. Bitkisinin Farklı Habitatlardaki Azot ve Fosfor Makro Element Değerlerinin Karşılaştırılması**

Tuğba Özbucak , Arzu Sağlam 

Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

Geliş Tarihi / Received Date: 21.09.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 01.12.2021

### **Özet**

Bu çalışmada Ordu ili Ünye ilçesinde farklı habitat özelliklerine sahip lokalitelerden (temiz, kirli ve sulak alan) bitkinin genç, olgun ve senesens dönemlerinde toplanan *P. americana* bitkisinin yapraklarında N (azot), P (fosfor) içerikleri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda temiz, kirli ve sulak alan olarak belirlenen farklı habitatlar arasında N (azot) ve P (fosfor) değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında temiz ve sulak alan habitatlarındaki değerler kirli olarak belirlenen habitatteki değerlerden yüksek çıkmıştır. N (azot) değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitkinin vejetatif dönemindeki genç yapraklarının yüksek N konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Meyve dönemi olan olgun dönemde ise azalmaya başlayıp senesens döneminde en düşük konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir. İstatistiki olarak önemli bulunmayan P değerleri ise her üç lokalitede benzer sonuçlar göstermekle beraber en yüksek değerler sulak alan bölgesine aittir. Toprak analiz sonuçları değerlendirildiğinde her üç habitatın killi-tınlı, hafif alkali, az tuzlu ve kireçli özellikte olduğu görülmüştür. Bununla beraber, kirli alanın azot, fosfor ve organik madde açısından yeterli olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** azot, fosfor, büyüme mevsimi, sulak alan, kirli alan

## **Comparison of Nitrogen and Phosphorus Macro Elements Values of *Phytolacca americana* L Plant in Different Habitats**

### **Abstract**

In this study, the N (nitrogen), P (phosphorus) contents of the leaves of the *P. americana* plant collected in the young, mature and senescent periods of the plant from localities with different habitat characteristics (clean, polluted and wetland) in Ünye district of Ordu province were investigated. As a result of the study, when the averages of N (nitrogen) and P (phosphorus) values between different habitats determined as clean, polluted and wetland were compared, the values in clean and wetland habitats were higher than the values in the habitat determined as polluted. N (nitrogen) values were found to be statistically significant. It was determined that the young leaves of the plant in the vegetative period have high N concentration. In the mature period, which is the fruiting period, it started to decrease and was found to be at the lowest concentration in the senescence period. P values, which were not found statistically significant, show similar results in all three localities, but the highest values belong to the wetland region. When the soil analysis results were evaluated, it was observed that all three habitats were clay loam, slightly alkaline, less salty and calcareous. However, it has been determined that the polluted area is sufficient in terms of nitrogen, phosphorus and organic matter.

**Keywords:** nitrogen, phosphorus, growth season, wetland, polluted area

## Giriş

Bitkilerdeki besin elementi konsantrasyonunun belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bitki kısımları yapraklardır (Bilgin vd., 2004; Güzel, 2017; Özbucak vd., 2013;). Yüksek yapılı bitkilerde önemli bir vejetatif organ olan yaprak, mekâna ve zaman bağlı olarak önemli varyasyonlar göstermektedir. Yaprığın bu özellikleri büyük bir dinamizm sergileyen ekosistemlerde bitki-bitki, bitki-çevre ilişkileri ve küresel değişimler hakkında değerlendirmeler yapılmasına imkân sağlamaktadır (Yalçın, 2018). Özellikle yaprak besin elementleri ekosistemlerde dolaşımdaki karbondioksit miktarının artması, küresel ısınma, kuraklık, aşırı azot birikimi ve istilacı türlerin artışı gibi değişimlerle korelasyon sergilemektedir (Penuelas vd., 2013). Azot (N) ve Fosfor (P) ekosistem fonksiyonları ve dinamiklerinde önemli rol oynayan iki önemli yaprak besin elementidir. Ayrıca hem karasal hem de sucul ekosistemlerde bitki büyüme ve gelişimini sınırlayan iki önemli bileşendir (Bilgin ve Güzel, 2017; Kılıç vd., 2012; Kutbay, 2001; Milosevic vd., 2009; Özbucak vd., 2011). Bitkilerin fotosentetik performansını etkileyen azot ve fosforun bitkinin beslenme durumunu ortaya koyduğu bilinmektedir (Demirayak vd., 2011; Orgeas vd., 2002). Aynı zamanda azot ve fosfor hücreden ekosisteme kadar bütün biyolojik sistemlerde önemli fonksiyonlara sahiptir. Farklı ekosistemler arasında birlikte ve karşılıklı etkileşimleri yaygındır (Bilgin ve Güzel, 2017; Gong vd., 2020).

Aminoasit, protein, nükleik asit gibi önemli organik bileşiklerin yapısında bulunan azot, bitkide yeni hücrelerin meydana gelebilmesi için zorunlu bir makro elementtir. Eksikliğinde bitkideki büyüme oranı azalmakta özellikle bitkinin vejetatif gelişmesi olumsuz olarak etkilenmektedir. Aynı şekilde kök gelişmesi ile kök dallanması da zayıflamaktadır (Erbaş ve Şenates, 2020; Gudade vd., 2009). Azotun fazlalığı ise bitkinin vejetatif gelişme periyodunu uzatarak çiçeklenmeyi geciktirmekte, meyvelerin geç olgunlaşmasına ve mantar hastalıklarına karşı dayanıklılığın azalmasına neden olmaktadır (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez vd., 2001; Fageria vd., 2011).

Tüm organizmalar için gerekli elementlerden birisi olan fosfor bitkilerde protein, enzim, koenzim, nükleik asit ve fosfolipid gibi moleküllerin önemli bileşenidir. Fosfor bitkilerde ATP ile nükleik asitlerin meydana gelmesi için zorunlu bir element olmasından dolayı büyük miktarda ihtiyaç duyulan bir makro elementtir. Bununla beraber, bitkilerin olgunlaşmasını erken büyüme, çiçeklenme, tohum bağlama ve kök oluşumunu teşvik ederek, tohum/meyve üretimini artırmaktadır (Kulaç ve Bildirici, 2020). Fosfor eksikliğinde de genel olarak azot eksikliğinde ortaya çıkan belirtiler görülmekte olup bitkideki gelişim süreçleri etkilenmektedir. Ayrıca bitkilerdeki yaprak yüzey alanı ile gelişimi önemli miktarda azalma göstermektedir (Bayram vd., 2004). Fosforun fazla olmasının bitkiler üzerinde meydana getirdiği etki daha çok dolaylı bir şekilde görülür. Bu durum sık karşılaşılan bir durum olmamakla birlikte fazlalığında çinko ve demir gibi mikro besin elementlerinin eksikliği oluşmaktadır (Aktaş ve Ateş, 1998).

Çalışmamızın materyalini oluşturan *Phytolacca americana* L. bitkisi özellikle doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olarak bulunmaktadır (Tubives, 2014). Yörede Şekerciboyası, Acımur, Dünya güzeli isimleri ile bilinir (Baytop, 1994). İstilacı bir yabancı ot olan bitki tarla bitkileri, çayır ve mera alanları gibi farklı yerlerde sorun oluşturabilmektedir. *P. americana* L. taksonunun tedavi, gıda ve hayvan yemi olarak kullanıldığı ancak zehirli olduğu için kullanımına dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Baytop 1994; Nabavi vd., 2009a). Bitkinin tıbbi olarak müshil, ağrı giderici, antiinflamatuvar, anti romatizma ve antiartritlik aktivitelere sahip olduğu, ayrıca çeşitli cilt hastalıklarının tedavisi için de uygun olduğu bildirilmiştir (Goldestein vd.,1973; Mumcu ve Korkmaz, 2018). Bitkinin, Mn ve Cd ile kirlenmiş toprakların ıslahı için büyük bir potansiyele sahip, iyi bir Mn ve Cd hiperakümülatörü olduğu tespit edilmiştir (Min ve ark. 2007). Bununla beraber, hücre duvarında ligninin immobilizasyonu, şelasyon, vakuolar kompartmanizasyon ve ayrıca tiyol bileşikleri içeriğinin artmasının hiperakümülatör bitki *P. americana*'da Cd detoksifikasyonunun önemli mekanizmaları olabileceğini göstermiştir (Zhao vd., 2021).

Bu çalışmanın amacı Ordu ili Ünye ilçesinde farklı habitat özelliklerine sahip temiz, kirli ve sulak alan olarak belirlenen lokalitelerden toplanan *P. americana* bitkisinin genç, olgun ve senesens dönemlerindeki yapraklarında N (azot), P (fosfor) içeriklerini incelemektir. "Farklı ekolojik ortamların

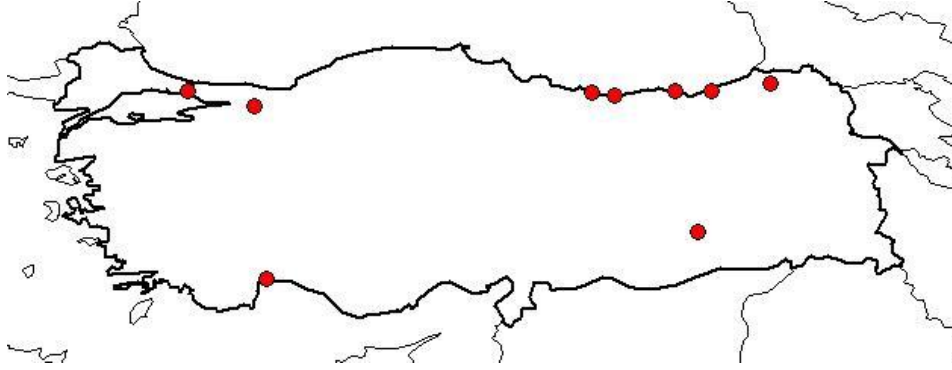


bitkinin N,P makro elementlerinin profili üzerinde değişikliğe neden olabileceği” hipotezi ile yapılan bu çalışmanın bu ve benzer konularda yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanaatindeyiz.

## Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmamızın materyalini oluşturan *Phytolacca americana* bitkisi Phytolaccaceae Familyasına ait *Phytolacca* cinsine ait bir taksondur. Takson, 0-500 m rakımları arasında yayılış gösteren, Haziran-Eylül ayları arasında çiçeklenen, çok yıllık, otsu formunda yamaçlar, tarlalar ve çalılık habitatları yaşam alanı olarak tercih eden bir bitkidir (Davis, 1984). Takson Tubives kayıtlarına göre ülkemizde kuzey ve güney Anadolu’da yayılış göstermektedir (Şekil 1).



**Şekil 1.** *Phytolacca americana* L. Taksonunun Türkiye Üzerindeki Dağılımı (İstanbul, Antalya, Artvin, Diyarbakır, Giresun, Ordu, Rize, Sakarya, Trabzon)

Şekerci boyası olarak bilinen bitki genelde 1-3 metre boyunda ve dalları 1-2 metre çapında yayılabilen otsu bir bitkidir. Yaprakları genellikle büyük, saplı veya sapsız, çok çiçekli olup, çiçekler hermafrodit veya işlevsel olarak unisexual, periant segmentleri küçük, stamenleri 10 veya nadiren daha fazladır. Bitki çabuk büyüyen ve yayılan kazık bir köke sahiptir. Yaprakları kendine has hoş olmayan bir kokuya sahiptir. Başlangıçta kırmızısı renkte olan üzüm ve sulu olan meyve ileriki dönemde siyaha dönmektedir. (Anonim, 2014b; Sellers ve Ferrell, 2013) (Şekil 2). Parlak siyah renkte, yuvarlağımsı olan tohumları 10 mm çapındadır. Tohumları yaklaşık 40 yıl çimlenmeden dormant halde canlılığını koruyabilmektedir. Hem güneş hem de gölgelik alanlarda rahatlıkla büyüyen bitki sahip olduğu güçlü ve derin kök sistemi sayesinde yangınlardan dahi etkilenmemektedir. Yangından sonra köklerinden yeniden büyüyerek hayatını devam ettirir. Genellikle sulak alan ve orman kenarlarında, ruderal alanlarda, sahile yakın yerlerde ve yerleşim yerlerinin civarında bitkinin yoğun olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Terk edilmiş tarla ve bahçelerde de bitkiye rastlanmasına rağmen, tarım yapılan alanlarda bitkiye yoğun olarak rastlanmamıştır. Tarım alanlarının etrafında ve tarım dışı alanlarda yoğun olarak bulunmaktadır.



**Şekil 2.** *Phytolacca americana* L. Taksonunun Genel Görünüşü

## 2.2. Metot

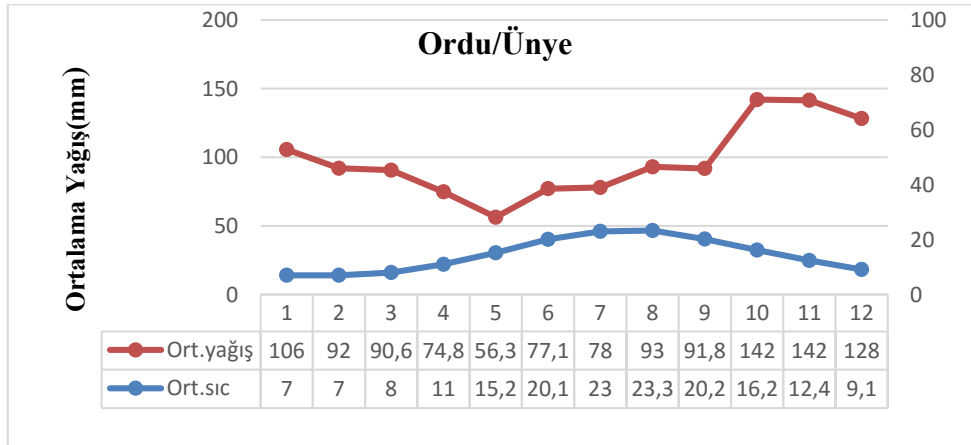
Bu çalışmada Ordu İli Ünye İlçesinde farklı habitat özelliklerine sahip üç farklı lokaliteden toplanan *P. americana* örnekleri ile çalışılmıştır. Çalışmada habitat özelliklerinin belirlenmesinde bitkinin seçilen bütün alanlarda yaygın olarak bulunması, bir/birden çok çevresel kirleticiye maruz olması (kirli alan), kirleticilerden uzak olması (temiz alan) ile su ekosistemine yakın olması (sulak alan) kriterleri esas alınmıştır. Bu kriterlere göre belirlenen lokaliteler ve özellikleri aşağıda verilmiştir;

Çalışma materyalini topladığımız kirli alan olarak belirlediğimiz bu lokalite, deniz seviyesi rakımında 41°11'34.28" kuzey paralelleri ile 37°32'72.76" doğu meridyenleri arasında yer alan Ünye merkez Çimento fabrikası yakınıdır. Bu lokalitede bitki genellikle yol kenarını ve ot ile çalılıkların bol bulunduğu alanları tercih etmektedir. Çimento fabrikasına yaklaşık 300-400 m mesafede bulunmaktadır. Bitki hem çimentodan salınmakta olan gazlara (toz, sülfür dioksit, azot oksitler, ağır metaller gibi) maruz kalmakta hem de yoldan geçmekte olan motorlu taşıtların egzoz gazlarına maruz kalmaktadır.

Temiz alan olarak belirlediğimiz lokalite 350 m yükseklikte, 40°98'42.43" kuzey paralelleri ile 37°10'766.81" doğu meridyenleri arasında yer alan Çaybaşı ilçesinde bulunmaktadır. Bu lokalitede bitki genellikle çalı ile fındık, meşe, gürgen gibi ağaç formlarının bol bulunduğu alanları tercih etmektedir. Bitki gübreleme yapılmayan fındık bahçesinin etrafından toplanmıştır. Fındık bahçesi orman alanıyla bitişik olarak bulunduğu için bu lokalitedeki bitki bol oksijene ve gölgeye maruz kalmaktadır.

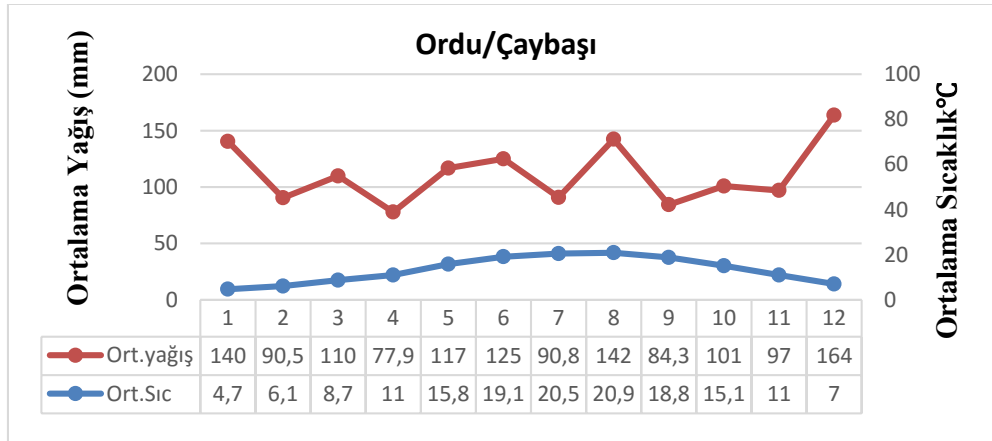
Çaybaşı ilçesinde sulak alan olarak belirlediğimiz lokalite 200 m yükseklikte, 40°99'29.86" kuzey paralelleri ile 37°09'15.19" doğu meridyenleri arasındadır. Bu lokalitede bitki genellikle çalılıkların alt kısımlarını ve kenarını tercih etmektedir. Bitki örneklerinin alındığı alan bir nehir kenarı olup etrafı çalılıklar ve mısır tarlasıyla çevrilidir.

Araştırma alanlarına ait iklimsel veriler Ordu Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'nden alınmıştır. Ordu İli SKYİ (Sonbahar, Kış, Yaz, İlkbahar) Doğu Karadeniz Oseyanik yağış rejiminin 1.tipinin etkisinde bulunmaktadır. Bu iklim kurak mevsimin olmaması ile karakterize edilir (Akman, 2011). Ordu İli Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'ne ait Ünye ilçesine ait iklimsel veriler ve iklim diyagramı sırasıyla Şekil 3'te gösterilmiştir. İklim verilerine göre Ünye'de 1961-2020 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık 14.3 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 97,64 mm dir.



Şekil 3. Ordu İli Ünye İlçesi'nin 1961–2019 Yıllarına Ait İklim Diyagramı

Ordu İli Çaybaşı ilçesine ait iklimsel veriler ve iklim diyagramı ise Şekil 4'te gösterilmiştir. Çaybaşı İlçesi'nin bölgedeki meteoroloji istasyonu yakın tarihte kurulduğu için 2015-2020 yıllarına ait verileri bulunmaktadır. Çaybaşı İlçesinde 2015-2020 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık 11.22 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 111,63 mm dir.



**Şekil 4.** Ordu İli Çaybaşı İlçesi'nin 2015–2020 yıllarına ait iklim diyagramı

Araştırma yapılan lokalitelerdeki örnek parsellerin seçiminde yön, yükseklik, vejetasyonun örtü durumu ile parsellerde en az 15 tane bireyin bulunmasına dikkat edilmiştir (Boerner ve Koslowsky, 1989). Ayrıca bitkiler genç, olgun ve senesens olmak üzere üç farklı gelişme döneminde toplanmıştır. Toplanan bitki örneklerinin tayini Davis'in "Flora of Turkey and East Aegan Island" adlı eserinden faydalanılarak yapılmıştır (Davis, 1984). Çalışmada araştırma materyalini oluşturan bitki örnekleri 65 °C' de 72 saat kurutulup bitki öğütme değirmeninde öğütülerek azot ve fosfor analizine hazır hale getirilmiştir. Azot analizi numuneler selenyum katalizörü ile konsantre H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile muamele edildikten sonra bir Kjeltac Auto 1030 Analyzer (Tecator, İsveç) cihazında mikro Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. P analizi için örnekler nitrik ve perklorik asit karışımı ile yaş yakma yapıldıktan sonra Amonyum-molibdat- Stannus klorid metodu ile spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Fosfor analiz yönteminin prensibi, yaş yakma yöntemi ile yakılmış bitki örneğinin Barton çözeltisi ile renklendirildikten sonra oluşan rengin indensitesinin standart seriye karşılık spektrofotometrede belirlenmesi esasına dayanır (Allen vd., 1986).

%N ve P sonuçları tek-yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonrasında gerekli olması durumunda farklı ortalamalar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Varyans analizleri öncesinde varsayımların kontrolü Levene testi ve Kolmogorov-Smirnov testi ile yapılmıştır. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda %5 önemlilik düzeyi dikkate alınmıştır. Tüm hesaplamalar Minitab 19 (Minitab LLC., USA) istatistik programı ile yapılmıştır.

Çalışılan her üç lokaliteden araziyi temsil edebilecek şekilde toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneği almak amacıyla öncelikle üstteki organik tabaka kaldırılarak açılan çukurlardan A horizonuna ait olmak üzere 30 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri polietilen poşetler ile laboratuvara getirilip hava kuruşu durumuna gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan toprak örnekleri analizlerin yapılması amacı ile 2 ve 0.5 mm'lik elekten geçirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Organik madde miktarı (%) Walkkey – Black metodu ile, N (%) miktarı mikro-Keldal metodu ile, P (%) miktarı Amonyum-molibdat- Stannus klorid metodu ile K (%) miktarı, Ca (%) ve Mg (%) miktarları ise atomik absorpsiyon spektrofotometre ile belirlenmiştir. Topraktaki % nem miktarının belirlenmesi toprağın yaş ve kuru ağırlık farkının tespiti ile ortaya konulmuştur. Bouyoucus hidrometre metodu ile toprak ie toprak tekstür analizi, pH metre ile de pH'sı ölçülmüştür (Kaçar, 1984).

### Bulgular ve Tartışma

%N ve %P için yapılan tek-yönlü varyans analizi tablosu Tablo 1 ve 2'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda %P için gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmazken ( $p>0.05$ ), %N için gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Gruplar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 1.** %N için Varyans Analizi Tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	9	141,032	15,6702	62,99	0,000
Hata	19	4,727	0,2488		
Genel	28	145,759			

**Tablo 2.** %P için Varyans Analizi Tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Grup	8	0,02014	0,002517	0,68	0,707
Hata	18	0,06706	0,003726		
Genel	26	0,08720			

**Tablo 3.** % N ve P Sonuçları için Tanıtıcı İstatistik Değerleri (n=3)

Habitat	%N		%P	
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma
Temiz Alan Genç	8.100 <sup>A</sup>	0.608	0.190	0.064
Temiz Alan Olgun	7.867 <sup>A</sup>	0.635	0.141	0.025
Temiz Alan Senesens	5.767 <sup>BC</sup>	0.473	0.226	0.064
Kirli Alan Genç	4.833 <sup>CD</sup>	0.153	0.203	0.012
Kirli Alan Olgun	4.033 <sup>DE</sup>	0.987	0.211	0.055
Kirli Alan Senesens	3.000 <sup>E</sup>	0.361	0.170	0.043
Sulak Alan Genç	7.167 <sup>AB</sup>	0.416	0.237	0.025
Sulak Alan Olgun	7.433 <sup>A</sup>	0.115	0.193	0.134
Sulak Alan Senesens	6.767 <sup>AB</sup>	0.231	0.204	0.033
TANIK	0.300 <sup>F</sup>	0.000	0.000	0.000
p-değeri	0.000***		0.707	

\*\*\*:  $p < 0,01$  Ortak harfi olmayan kimyasal ortalamaları arasında fark vardır ( $p < 0,05$ )

Tablo 3'e bakıldığında temiz ve sulak alanların N değeri ortalamalarının kirli alan ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. İstatistiki açıdan önemli bulunmayan P değerleri ise her üç lokalitede benzer sonuçlar göstermekle beraber, en yüksek değerler sulak alan bölgesine aittir. Bitkilerin başlıca makroelementlerinden olan N ve P, hem sucul hem de karasal ekosistemlerde büyümeyi sınırlayan önemli makro elementlerdir (Li vd., 2013). Azot ve fosfor varlığının/kullanılabilirliğinin birlikte ve karşılıklı etkileri farklı ekosistemler arasında yaygındır (Bilgin ve Güzel, 2017). Bitkinin hayat döngüsü sırasında oluşan farklı fizyolojik olaylar bitkinin besin elementi içeriğinde mevsimsel değişikliklerin meydana gelmesine neden olmaktadır (Güzel, 2017). Bitkiler bazen aynı toprak ve çevre şartlarında büyüseler bile buldukları toprağın besin elementlerinden farklı oranlarda yararlanabilirler (Wrona, 2006). Yapılan çalışmada temiz, kirli ve sulak alan olarak belirlenen farklı habitatlar arasında azot değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında temiz ve sulak alan habitatlarındaki azot değerleri kirli olarak belirlenen habitatteki değerlerden yüksek çıkmıştır. Sonuçlar Jones vd., (1991) tarafından belirtilen sınır değerlere göre de yüksek olarak değerlendirilmektedir. Elde edilen veriler istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3). Besin elementi açısından fakir habitatlardaki bitkilerde düşük gelişim nedeniyle

düşük besin elementi ihtiyacı olması durumu göze çarpmaktadır Clarkson (1967), Grime (1977), Chapin (1980), De Mars ve Boerner (1997) tarafından çevresel stres şartlarının azot emilimini azaltabileceği bildirilmiştir. Kirli alan olarak belirlenen habitatın bir fabrika yakınında olması bölgenin kirlilik yükünü arttırmakta olup bitkiyi strese sokmuş olabilir. Bununla beraber, ağır metaller, bitkinin stoma iletkenliğini etkileyerek fotosentez üzerinde olumsuz bir etki oluşturabilmektedir. Artan ağır metal toksisitesi ile toprakta su yeterince bulursa dahi bitki su alamamaktadır. Yapraklardaki suyun azalması ile stomalar kapanmakta, artan yaprak sıcaklığıyla membran sistemleri zarar görmekte ve hücre ölümleri gerçekleşmektedir. Ayrıca ağır metaller N ve karbonhidrat metabolizmalarını değiştirerek birçok fizyolojik değişikliğe neden olmaktadır (Dağhan vd., 2013; Sheoran vd., 1990). Bu da yapraklarda bulunan N elementinin fotosentetik kapasite ile yakın ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Yaprakların besin elementi içeriği yaprağın alındığı ortama, sürgünün ait olduğu döneme, mevsime, yükseltiye, bitkinin meyveli ya da meyvesiz oluşuna, yaprağın büyüklüğü ile sağlıklı olup olmaması gibi faktörlere göre değişebilmektedir (Bhargava ve Dhandar, 1987; Roche vd., 2004). Bununla beraber farklı ekolojik şartlar, bitkinin yaşı, gelişme durumu, gibi faktörler bitkilerin topraktan alacağı besin elementi miktarlarını farklı oranlarda etkileyebilir (Erdal vd., 2008). Temiz ve sulak alan olarak belirlediğimiz alanların etrafı ormanlarla (Felek Dağı Ormanı) çevrilidir. Bu durum bu habitatlardaki örneklerde azot içeriğinin yüksek çıkmasının sebebi olabilir. Bu bölgelerden yağışlar ile gelebilecek besin elementleri bitkinin farklı gelişim dönemlerinde azotun yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir. Artan yağış toprak besin elementi miktarını ve bitkide alınımını arttırabilir (Chen vd., 2021). Ayrıca yağış ve sıcaklık bitkide besin elementlerinin geri emilim stratejilerinin belirlenmesine katkı sağlayan itici ana güçler olabilir. Bölgesel ve yerel ölçekte, yağış toprak nemini ve verimliliğini etkileyen kilit bir faktördür (Xu vd., 2021). Çaybaşı ilçe sınırları içerisinde bulunan bu bölgeye ait iklim verilerine bakıldığında yağışın fazla, sıcaklığın daha düşük olduğu görülmektedir. Karasal ekosistemler içerisinde ormanların mekansal dağılımı oldukça geniş bir alan kaplamaktadır. Farklı habitatları bünyesinde bulunduran ormanlar önemli biyolojik çeşitlilik kaynaklarıdır (Hunter ve Jr, 1999; Klenner vd., 2009; Mori vd., 2017). Karasal ve denizel ekosistemde yaklaşık olarak  $4 \times 10^{15}$ , atmosferde ise  $2 \times 10^{15}$  ton azot bulunmaktadır. Bunun yanında her yıl toprağa %70'i biyolojik azot fiksasyonu ile %15'i yapay gübrelerle, %15'i doğal gübrelerle, %10'u çevresel kirlenmeler yoluyla 200-300 milyon-ton azot kazandırılmaktadır. Dünyada biyolojik yolla toprağa sağlanan toplam azotun büyük bir kısmı orman, çayır gibi alanlardan, diğer kısmı ise okyanus ve denizlerden sağlanmaktadır (Anonim 2). Bitkinin farklı gelişme dönemlerine ait azot içeriklerinde de benzer sonuçlar görülmüştür. Bununla beraber, bütün habitatlarda bitkinin genç olduğu dönemlerdeki azot değerleri senesens değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bitkilerin genç yaprakları yüksek fotosentez kapasitesine sahip olduğu için daha fazla azot içeriğine sahip olma gibi bir stratejiye sahiptirler (Pastor-Pastor vd., 2015). Bizim çalışmamızda da bitkinin vejetatif dönemindeki genç yapraklarının yüksek N konsantrasyonuna sahip olduğu, meyve dönemi olan olgun dönemde azalmaya başlayıp senesens döneminde en düşük konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir. Kılıç vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada da yaprak döken türlerde besin elementi içeriğinin genç yaprak fazında oldukça yüksek, senesens döneminde ise düştüğü belirtilmiştir. İstatistiki olarak önemli farklılıklar görülmeyen fosfor değerlerine bakıldığında en yüksek değer sulak alan habitatında daha sonra kirli ve temiz alan habitatında belirlenmiştir. Bu durum genç ve olgun döneme ait veriler ile de benzerlik göstermektedir. Senesens döneminde ise en yüksek fosfor değerleri temiz alan ve sulak alanda, en düşük değerler ise kirli alanda tespit edilmiştir. Fosfor sonuçları Jones vd. (1991) tarafından belirtilen sınır değerlere göre yüksek olarak değerlendirilmektedir. Fosfor sulak alanların verimliliğini etkileyen besin elementlerinin en önemlisi olup su ortamlarında meydana gelen ötrofikasyonun en temel nedenidir. Doğal sularda fosforun miktarı bölgenin topografik özelliklerine, suya karışan organik madde miktarı ile evsel ve endüstri atık miktarına göre değişmektedir (Taş vd., 2010). Çalışmamızda sulak alan olarak belirlenen habitat riparian alan özelliğindedir. Riparian alan ekolojide akarsu, göl ve sulak alanların kenarında doğal vejetasyona sahip taşkın yatakları olarak tanımlanmaktadır. Geçiş zonu özelliğindeki bu ekosistemler bitişiklerindeki sucül ekosistem ile etkileşim halindedirler (Özbucak ve Taş, 2016). Bu alanlar sahip oldukları yoğun bitki örtüsü ile akarsu kenarlarında bir bariyer gibi fonksiyon göstererek suları süzer, akarsu kenarlarını tutar ve alanın kirliliğini hafifletirler (Yılmaz ve

Çiçek, 2002). Su akış havzasından gelen besin elementlerini sudan uzaklaştırarak biyolojik arıtım yapmaktadırlar. Bu da bu habitatların ötrofikasyonunu arttırarak istilacı türlerin kolonizasyonuna uygun bir hale getirmektedir (Taş vd.,2015). Bu durum çalışma materyalimiz olan istilacı *P. americana* taksonunun belki de bu habitatlarda yayılış göstermesinde etkisi olmuş olabilir. Kirli alan olarak seçtiğimiz fabrika yakınındaki habitatta fosfor değerlerinin genç ve olgun dönemde yüksek çıkmasının nedeni alanın özellikle fındık tarım alanlarına yakın olması olabilir. Bölge aynı zamanda Ordu-Samsun karayoluna yakın bir mevkidedir. Ayrıca fabrikadan ortama bırakan ve bölgeyi kirleten ağır metal gibi çevresel kirleticilerin bitkilerde temel besin maddelerinin eksikliğinden dolayı kök, gövde, yaprak gibi morfolojik özelliklerinde küçülme ve azalma meydana getirdiği bildirilmiştir (Jayakumar vd., 2007; Mengoni vd., 2000). Aynı zamanda ağır metallerin etkisiyle kloroplast yapısında meydana gelen değişiklik bitkide klorofil miktarının azalmasına neden olmaktadır (Akçin vd., 2017; Tunç ve Şahin, 2015; Yerli vd., 2020). Dağhan vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada Zn, Cu, Cd, Ni gibi ağır metallerinin artan dozlarının bitkilerin N, P ve K alımını azalttığı belirlenmiştir. Çalışmamızda kirli alandan almış olduğumuz yaprak örneklerimizin diğer alanlardan aldığımız örneklerle göre kahverengiye dönük bir renge sahip olmaları bitkinin ağır metale maruz kaldığının bir göstergesi olabilir.

Bitki yapraklarındaki besin elementi miktarlarının belirlenmesi aynı zamanda bitkinin besin elementi döngüsü ve iklim koşullarına tepkisinin bir ölçütüdür (Baxter ve Dilkes, 2012). Yapılan çalışmada temiz ve sulak alan habitatları yağışın daha fazla, sıcaklığın daha düşük olduğu Çaybaşı İlçesinde, kirli alan habitatı ise yağışın daha az ve sıcaklığın daha yüksek olduğu Ünye İlçesi'nde bulunmaktadır. Yaprak özellikleri üzerinde iklimin etkilerini belirlemek için yapılan çalışmalarda yaprak azotunun (kütle bazında) yağış ile spesifik bir eğilim göstermediği, yaprak fosforu ile ortalama yıllık yağış arasında güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Ordóñez vd., 2009; Wright vd., 2005).

**Tablo 4.** Toprak Analiz Sonuçları

L	SİD (%)	SÇPH	BYF (kg/d a)	BYP (kg/da)	BYK (mg/kg )	BYM (mg/kg)	T (%)	OM (%)	N (%)	K (%)	B
SA	53.9	7.44 Hafif Alkali	7.37 Yeter siz	44.46 Yeterli	4365 Yüksek	497.6 Yüksek	0.03 Az Tuzlu	1.85 Orta	0.07 Yetersiz	2.35 Kireçli	Killi-Tınlı
TA	57.5	7.29 Hafif Alkali	7.01 Yeter siz	52.85 Yeterli	4724 Yüksek	491.5 Yüksek	0.04 Az Tuzlu	1.90 Orta	0.06 Yetersiz	3.13 Kireçli	Killi-Tınlı
KA	64.5	8.25 Hafif Alkali	14.75 Yeter li	60.91 Yeterli	4587 Yüksek	512.2 Yüksek	0.02 Az Tuzlu	4.22 İyi	0.13 Yeterli	8.25 Kireçli	Killi-Tınlı
SD	50-70	7.5-8.5	>3-4	>30	1150-3500	160-480	0-0.15	3-4	0.09-0.17	5-15	

Tablo 4'de toprak analiz sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında her üç habitatın topraklarının su ile doygunluk değerleri sınır değerleri arasında olmakla beraber en yüksek değer kirli alan habitatında görülmüştür. Tüm habitatların toprakları hafif alkali, az tuzlu özellikte olup kireçli, killi-tınlı toprak tipindedir. Bitkiye yararlı fosfor temiz alan ve sulak alanda yetersiz iken kirli alanda yeterli bulunmuştur. Bitkiye yararlı potasyum, kalsiyum ve magnezyum ise yeterli ve yüksek düzeydedir. Organik madde açısından kirli alanın temiz ve sulak alana göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Kirli alan habitatında organik madde miktarının yüksek çıkmasının nedeni alanın fındık tarımı yapılan arazilere yakın olması olabilir. %N konsantrasyonu da kirli bölgede yeterli iken temiz ve sulak alanda yetersizdir. Azot açısından yetersiz olan temiz ve sulak alan habitatlarındaki bitkilerin azot içerikleri yüksek, kirli alan topraklarındaki bitkilerde ise düşük çıkmıştır. Bu sonuç literatür ile paralellik göstermektedir. Yapılan çeşitli bilimsel çalışmalarda düşük verimliliğe sahip toprakların besin elementlerini daha etkili bir şekilde kullandığını, yüksek verimliliğe sahip topraklarda ise daha az verimli kullanıldığı bildirilmiştir (Bilgin ve Güzel, 2017; Kılıç vd., 2010; Kutbay ve ark. 2003; Özbucak vd., 2011).



## Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, farklı ekolojik özelliklere sahip üç farklı habitatta yayılış gösteren *P. americana* bitkisinin N ve P içeriklerinin lokalitelere ve bitkinin gelişme dönemlerine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Farklı ekolojik faktörlere ve bitkinin gelişme dönemine bağlı olarak bitki topraktan farklı miktarlarda besin elementi alabilmektedir. Bitkilerde besin elementi konsantrasyonunun besin kaynağı, toprak kök aktivitesi ile alınabilen miktar, floem ve ksilem yoluyla transfer edilebilme yeteneği gibi faktörlere göre değişiklik gösterdiği ayrıca türlerin besin içerik değerlerinin fizyolojik ve fenolojik gelişme dönemlerine göre varyasyonlar gösterebileceği bilinmektedir. Bitki türlerinin buldukları ortama uyum sağlamaları ve ekosistemlerin fonksiyonları açısından önemli biyolojik süreçler olan besin elementi dinamiklerinin farklı ekolojik ortamlardaki profillerinin ortaya konulması önemlidir. Yapılan bu çalışmanın bu bitki veya bu tür habitatlarda yapılacak diğer çalışmalara ışık tutacağı kanatındayız.

### Destek ve Teşekkür

Bu araştırma yüksek lisans tezinin bir kısmından hazırlanmış bir yayındır.

### Yazar Katkısı

*Tuğba Özbucak*, deneysel ortamını hazırladı ve deneysel süreci takip etti. *Arzu Sağlam*, verilerin toplanması ve istatistiksel analizleri gerçekleştirdi. Yazarlar makaleyi birlikte yazdı, okudu ve onayladı.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### ORCID

*Tuğba Özbucak*  <https://orcid.org/0000-0002-4784-3537>

*Arzu Sağlam*  <https://orcid.org/0000-0002-3675-5144>

## Kaynaklar

- Akçin, Yalçın, E. ve Akçin T A (2018). *Spergularia marina* (L.) Griseb. (Caryophyllaceae)'da tuzluluğun prolin ve klorofil pigmentleri üzerine etkisi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 80-92.
- Aktaş M. ve Ateş A. (1998). *Bitkilerde beslenme bozuklukları nedenleri tanınmaları*. Nurol Matbaacılık.
- Allen S. E., Grimshaw H. M., Parkinson J. A., Quamby C. ve Roberts J. D. (1986). Chemical analysis. Chapman S. B. (Ed.), *Method in Plant Ecology* (pp. 411-466) içinde. Black well Scientific Publications Oxford.
- Anonim, (2014b). *Phytolacca americana*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Phytolacca\\_americana](https://en.wikipedia.org/wiki/Phytolacca_americana) adresinden 15.10.2021 tarihinde alınmıştır.
- Baytop T. (1994). *Türkçe bitki adları sözlüğü*. Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Bhargava B. S. Ve Dhandar D. G. (1987). Leaf sampling technique for pomegranate (*Punica granatum* L.). *Progressive Horticulture*, 19, 96-199.
- Bilgin A., Yalçın E., Kutbay H. G. Ve Kök T. (2004). Foliar N and P dynamics of *Heracleum platytaenium* (Apiaceae) in relation to edaphic characteristics along an elevation gradient in northern Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 41, 85-93.

- Boerner R. E. J. ve Koslowsky S. D. (1989). Micrositevariations in soil chemistry and nitrogen mineralization in a beech maple forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 21(6), 795-801. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(89\)90173-9](https://doi.org/10.1016/0038-0717(89)90173-9)
- Boşgelmez A., Boşgelmez İ. İ., Savaşçı S. ve Paslı N. (2001). *Ekoloji – II (Toprak)*, Başkent Klîşe Matbaacılık.
- Chen, H., Reed, SC., Lü, X., Xiao, K., Wang, K. ve Li, D. (2021). Global resorption efficiencies of trace elements in leaves of terrestrial plants. *Functional Ecology*, 35, 1596-1602. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13809>
- Davis P. H. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (7. Basım). Edinburgh University Press.
- Erbaş S & Şenates A. (2020). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nde azot ve kükürt gübrelenmesinin verim ve kaliteye etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 217-225. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.678524>
- Erdal I., Askın M. A., Küçükyümük Z., Yıldırım F. ve Yıldırım A. (2008). Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4, 173-177.
- Fageria N. K., Baligar V. C. ve Jones C. A. (2011). *Growth and mineral nutrition of field crops* ( 3. Baskı). CRC Pres.
- Foth H. D. (1984). *Fundamentals of Soil Science* (7. Baskı). John Wiley and Sons.
- Gong H., Li Y., Yu T., Zhang S., Gao J., Zhang S. ve Sun D. (2020). Soil and climate effect on leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry along elevational gradients. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01138. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01138>
- Gudade B. A., Thakur M. R., Ulemale R. B., Imade S. R. ve Bodhade M. S. (2009). Nutrient uptake, soil nutrient status and quality of new sunflower varieties as influenced by fertilizer levels. *Journal of Soils and Crops*, 19(2), 355-359.
- Güzel Ş. (2017). *Fırtına vadisi'nde bazı odunsu taksonların yüksekliğe bağlı makroelement değişimi ve rezorbsiyon* [Doktora Tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Jayakumar K., Jaleel C. A. ve Vijayarangan P. (2007). Changes in growth, biochemical constituents, and antioxidant potentials in radish (*Raphanus sativus* L.) under cobalt stress. *Turkish Journal of Biology*, 31(3), 127-136.
- Kacar B. (1984). *Bitki besleme uygulama klavuzu*. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları.
- Kacar B. ve Katkat V. (2010). *Bitki besleme* (5. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım.
- Kılıç D. D., Kutbay H. G. ve Özbucak T. B. Hüseyinoğlu, R. (2012). Nitrogen and phosphorus resorption in two sympatric deciduous species along an elevation gradient. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 67, 409-422. <http://hdl.handle.net/2042/55932>
- Kulaç O. ve Bildirici N. (2020). Bursa-Gemlik ekolojik koşullarında farklı fosfor dozlarının azkan nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 697-704. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.v23i53104.657530>
- Kutbay, H. G. ve Ok, T. (2003). Foliar N and P resorption and nutrient levels along an elevational gradient in *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. & Sm.) Ball. *Annals of Forest Science*, 60(5), 449-454. <https://doi.org/10.1051/forest:2003037>
- Mengoni A, Gonnelli C, Galardi F, Gabbrielli R. ve Bazzicalupo M. (2000). Genetic diversity and heavy metal tolerance in populations of *Silene paradoxa* L. (Caryophyllaceae): A random amplified polymorphic DNA analysis. *Molecular Ecology*, 9(9), 1319-1324.

- Milosevic T, Milosevic N, Glisic I & Paunovic G. (2009). Leaf nutritional status and macronutrient dynamics in European hazelnut (*Corylus avellana* L.) under western Serbian conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 41, 3169-3178.
- Min, Y., Meizhen, T., ve Aoyama, I. (2007). Accumulation and uptake of manganese in a hyperaccumulator *Phytolacca americana*. *Minerals Engineering*, 20(2), 188-190. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2006.06.003>
- Özbucak, T. B., Kutbay, H. G., Yalçın, S. ve Kılıç, D D. (2011). Foliar nitrogen (n), phosphorus(p) dynamics, and foliar resorption of *Corylus avellana* var. *avellana*. *Ekoloji*, 20(81), 1–7. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2011.811>
- Özbucak T. B., Akçin Ö. E. ve Ertürk Ö. (2013). The change in ecological, anatomical and antimicrobiological properties of the medicinal plant *Tilia rubra* Dc. subsp. *caucasica* (Rupr.) V. Engler along an elevational gradient. *Pakistan Journal of Botany*, 45(5). 1735-1742.
- Pastor-Pastor, A., González-Paleo, L., Vilela, A. ve Ravetta, D. (2015). Age-related changes in nitrogen resorption and use efficiency in the perennial new crop *Physaria mendocina* (Brassicaceae). *Industrial Crops and Products*, 65, 227-232. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.11.044>
- Penuelas, J., Poulter, B., Sardans, J., Ciais, P., Van Der Velde, M., Bopp, L., ... Janssens, I. A. (2013). Human-induced nitrogen–phosphorus imbalances alter natural and managed ecosystems across the globe. *Nature communications*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/ncomms3934>
- Plaster E. J. (1992). *Soil science and management* (2. Baskı). Delmar Publishers Inc.
- Roche P., Díaz-Burlinson N. & Gachet S. (2004). Congruency analysis of species ranking based on leaf traits: Which traits are the more reliable?. *Plant Ecology*, 174(1). 37-48.
- Xu, M., Zhu, Y., Zhang, S., Feng, Y. Zhang, W. ve Hana, X. (2021). Global scaling the leaf nitrogen and phosphorus resorption of woody species: Revisiting some commonly held views. *Science of the Total Environment*, 788, 147807. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147807>
- Yalçın E. (2018). Ekosistemlerde yaprağın ekolojik fonksiyonları. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(2), 68-82.
- Yerli C., Çakmakçı, T., Sahin U. ve Tüfenkçi Ş. (2020). Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9 (Özel Sayı), 103-114.
- Zhao, L., Zhu, Y. H., Wang, M., Ma, L. G., Han, Y. G., Zhang, M. J., ... Zheng, X. K. (2021). Comparative transcriptome analysis of the hyperaccumulator plant *Phytolacca americana* in response to cadmium stress. *3 Biotech*, 11(7), 1- 23. <https://doi.org/10.1007/s13205-021-02865-x>

## An Online Interaction Experience within Distance Education: A Course Design Proposal for the Basic Design Course of the Department of Architecture

Ümit Bayırlı<sup>1</sup> , Enes Can Kılıç<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Pamukkale University, Faculty of Architecture and Design, Department of Industrial Design, Denizli

<sup>2</sup>Pamukkale University, Faculty of Architecture and Design, Department of Interior Architecture, Denizli

Geliş Tarihi / Received Date: 15.03.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 06.09.2021

### Abstract

Due to the COVID-19 outbreak, which was declared as a pandemic in 2020 by the World Health Organization, many educational institutions around the world started distance education. However, since distance education is an unusual field for the stakeholders of education, this sudden change created a chaos both for institutions in terms of providing the necessary infrastructure and for educators in terms of redesigning instruction techniques and tools. In this article, it is aimed to discuss a distance education course design proposal for basic design course, which is taught generally in the first two semesters within a studio environment at the department of architecture, through a) student opinions that were obtained through an online questionnaire that were conducted at the end of the semester, evaluations made by the authors about b) the process outputs and achievements and c) the tools. The results show that, the distance education course design proposal for the basic design course of the department of architecture, which requires collaboration and interaction between students and instructors, evaluated as being efficient both in terms of the tools and methods used and in terms of creating an online collaborative workspace.

**Keywords:** distance education, architecture education, basic design, collaboration, interaction

## Uzaktan Eğitimde Çevrimiçi Bir Etkileşim Deneyimi: Mimarlık Bölümü Temel Tasarım Dersi için Bir Ders Tasarımı Önerisi

### Özet

Dünya Sağlık Örgütü tarafından 2020 yılında pandemi olarak ilan edilen COVID-19 salgını nedeni ile, dünya genelinde birçok eğitim-öğretim kurumunda uzaktan eğitime geçilmiştir. Ancak, uzaktan eğitim, eğitimin tüm paydaşları için alışılmadık bir alan olduğu için, bu ani değişim hem gerekli altyapıyı sağlamak durumunda olan kurumlar hem de eğitim modellerini ve araçlarını güncellemek zorunda kalan öğretmenler için bir kaos ortamı yaratmıştır. Bu makalede; mimarlık bölümlerinde, genelde ilk iki yarıyılıda, stüdyo ortamında uygulamalı olarak verilen temel tasarım dersini uzaktan eğitime adapte edebilmek için yeniden yapılandırılan bir ders tasarımı önerisini a) dönem sonunda gerçekleştirilen bir çevrimiçi anket ile elde edilen öğrenci görüşleri ve yazarların b) süreç çıktıları, öğrenci kazanımlarını ve c) kullanılan araçları değerlendirmeleri üzerinden tartışmaya açmak amaçlanmaktadır. Süreç değerlendirildiğinde; öğrenciler ve öğretmenler arasında ortak çalışma ve etkileşim gerektiren mimarlık bölümü temel tasarım dersi için bir uzaktan eğitim modeli olarak önerilen bu ders tasarımının; gerek kullanılan araç ve yöntemler açısından gerek çevrimiçi ortak çalışma alanları yaratması bakımından verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** uzaktan eğitim, mimarlık eğitimi, temel tasarım, işbirliği, etkileşim

## Introduction

The field of education is one of the most affected fields due to the COVID-19 outbreak. Most of the higher, secondary and primary education institutions all around the world were closed and converted their learning environment into an online modality (Bernardo & Duarte, 2020; Gökbulut, 2021). Although people are on intimate terms with technology in the modern era, the sudden conversion from face-to-face education to distance education have caused adaptation problems for both educators and students. Despite the experienced problems, it was seen by the new acknowledgers that the distance education also has many advantages such as being flexible in terms of time and space, being easy in accessing online services and being cheap in terms of learning materials (Bates, 2015; Guri-Rosenblit, 2005; Hammad et al., 2018; Simonson et al., 2011).

Architectural and design education was also affected by the COVID-19 pandemic. Being a department that has crucial applied courses such as design studios, where experimentation, learning by doing, criticism, physical contact to the projects, collaboration and interaction between students and instructors are mandatory (Attoe & Mugerauer, 1991; Chiu, 2002; Kocadere & Özgen, 2012; Kurt, 2009; Kvan & Yunyan, 2005), leaving the physical environment and moving online was challenging for architectural and design education. Many educators in the departments of architecture and design have been trying different methods and tools to compensate the handicap of being away from the design studio. This study touches on this issue by presenting a tested course design and an online collaboration tool (Miro) for basic design education of the department of architecture. For this purpose, first, literature review about distance education, architectural education and basic design education that constitute the background of the course is presented. Later, the offered course design and the evaluations of the students regarding the course is presented.

### Distance Education: Advantages and Disadvantages

Many schools were closed all around the world to reduce the physical contact and decelerate the spread of COVID-19 pandemic. According to a report shared by UNESCO, a total of 63 million teachers and 1.5 billion students were affected by the COVID-19 pandemic in terms of school closures (UNESCO, 2021). For the purpose of, sustaining the education, many institutions moved their teaching and learning environment into an online modality and started doing distance education.

Distance education can be described as an education system that is conducted within an online medium via technological hardware and software that separates the participants from each other in terms of space and time (Aydemir, 2018; Schlosser & Simonson, 2009). In other words, it is an education system that gathers the shareholders of the teaching and learning environment, which are educators, students, books, whiteboards, etc., within an online platform (Bernardo & Duarte, 2020; Gökbulut, 2021; Wang et al., 2010). In terms of its purposes, there is not a difference between distance education and face-to-face education or formal education: both aims to transfer knowledge and skills. However, in terms of their tools that necessitate having smart devices and internet connection, differentiates online education from face-to-face education (Clark & Mayer, 2011).

The history of distance education dates back to the 1800's. It first started by using letters as the medium, then in 1920's radios and in 1960's televisions were used to transfer knowledge and skills (Bates, 2015; Moore & Kearsley, 2005). Although it extends back a long time, distance education became widespread through the invention of computers and internet. Due to the outbreaking COVID-19 pandemic, distance education has become more popular and many studies discussing its advantages and disadvantages emerged (Bernardo & Duarte, 2020; Hammad et al., 2018; Mayer, 2019).

The main advantage of the distance education over face-to-face education is the flexibility of time and space. While face-to-face education is limited to people that are present at the time and space in which the course is occurring, distance education is available for those who want to attend the course at different time and space alternatives (Bates, 2015; Guri-Rosenblit, 2005; Hammad et al., 2018). This

facility creates opportunities especially to the people who have problems in attending the classes on time due to their jobs (Gökbulut, 2021). Another advantage of the distance education over face-to-face education is the possibilities it serves in terms of accessing information and teaching tools due to the online interactive media and services at our disposal (Arkorful & Abaidoo, 2014; Hammad et al., 2018). Besides, being cheap compared to the face-to-face education that needs continuously updated learning materials such as textbooks is yet another advantage of distance education (Hammad et al., 2018).

On the other hand, there are several disadvantages of distance education compared to the face-to-face education. Distance education limits the social interaction and creates personal learning environments (Bernardo & Duarte, 2020) where only the students with higher motivation and independent learning skills could benefit (Bernardo & Duarte, 2020; Hammad et al., 2018). Furthermore, even if the distance education is cheap compared to the face-to-face education in terms of learning materials, it needs a budget in terms of the equipment and technical issues needed such as computers, smart mobile devices and a stable internet infrastructure (Arkorful & Abaidoo, 2014; Bernardo & Duarte, 2020).

Mentioned disadvantages of distance education, especially those that are related with social interaction and personal learning environments are critical for the disciplines whose curriculums depend on applied courses. Being one of those disciplines, architectural education and its first and one of the most important applied courses, basic design course is the subject of this study.

### **The Situation of Basic Design Course within Architectural Education**

Architectural and design education prepare students for their profession by bringing them requisite knowledge, abilities and skills and educating them to gain a critical thinking to be able to find innovative solutions to design problem(s) given (Farivarsadri, 2001). In this respect, design studios play a significant role for not only the architectural education but also other design-based disciplines by bringing students' knowledge and skills by doing, experimenting, and practicing for real-life design problems as a challenge (Afacan, 2012). There is an interactive and collaborative environment where students learn from their instructors and fellows (Gelernter, 1988; Güngör, 2005; Sausmarez, 1983). Together with other theoretical and applied courses in the curriculum, design studios prepare students to their professions (Farivarsadri, 2001; Goldschmidt & Tatsu, 2005). Each studio covers a major part of the semester in terms of course hours and credits and their content and learning outcomes differ and become more profession specific gradually.

Among these studios, basic design course (or studio) is the first place where students meet with architecture or other design-based disciplines. In this course, it is aimed to develop creativity and problem-solving abilities, perception and design language of the students (Boucharenc, 2006; Denel, 1981; Kuloğlu & Asasoğlu, 2010; Lang, 1998; Salama, 1995). In order to actualize these aims, many two and three-dimensional projects related with Gestalt theory, composition, design elements and principles, materials and structure are conducted (Akbulut, 2010; Girgin, 2019).

Composition constitutes the center of basic design projects. It is expected that students organize design elements according to Gestalt theory and design principles in order to achieve two or three-dimensional compositions that have aesthetically pleasing relations, proportions, figures, forms, angles, transformations, etc. (Ali & Liem, 2014). Mittler (1994) associates design elements with the words and design principles with the grammar of a language. Since it is necessary to learn the alphabet before producing words, and to learn the grammar rules before forming sentences, students should first learn design elements, design principles and compositional issues regarding the organization of the elements in order to develop design outcomes (Ching, 2007). This principle is similar among architecture and design-based disciplines. While an industrial designer should consider the elements and their organization while designing a product, a graphic designer should do the same while designing a two-dimensional work and likewise, an architect should consider the elements and forms and their relations while designing a building.



Another important factor for design studios and basic design course is collaboration. Since nowadays, famous design and architectural projects are conducted by design teams and international collaboration, intercultural communication and collaborative design has become a critical topic for architecture and design-based departments (Schadewitz, 2009), design students should be accustomed to this system by conducting group work projects starting from the basic design course. In this way, they can share their experiences, resources, ideas and learn the necessary skills related with communication, task distribution and coordination, decision making and time management (Chiu, 2002).

In light of the obtained background about the distance education, architectural education and basic design education, a distance education course design for basic design course of the department of architecture considering design elements, design principles, composition and collaboration is proposed.

### A Basic Design Course Proposal for Distance Education

In the mentioned department of architecture, basic design course is taught for 8 hours per week for 14 weeks by a teaching team consisting of 7 members. In pre-pandemic semesters, there were between 70 to 85 students enrolled to the course and the number has been increasing gradually. Therefore, a minimum number of 80 students was expected to the first distance education basic design course. In order to cope with the chaos that a crowd consist of nearly 90 people will create within an online platform and to create an effective teaching and learning environment, it was decided to divide the students and the teaching team into three groups and restructure the basic design course syllabus to adapt distance education. Each team would focus on different aspects of the basic design course and students would circulate through the designated teams in order to learn about materials, structure, design elements, design principles and composition.

As it was expected, 92 students enrolled to the course and they were divided by 30, 30 and 32 to the teaching teams. One team consisting of three members focused on the issue of materials, one team consisting of two members focused on the issue of structure, and other team consisting of two members focused on the issues of design elements, design principles and composition. In the first week an introduction was conducted with all of the students via Microsoft Teams in order to inform them about the procedure of the semester. Later on, each team conducted their themes three times with different student groups for four weeks (a total of 12 weeks). Finally, in the last week, again a general discussion was conducted with all of the students in order to evaluate the semester (Table 1).

**Table 1.** Syllabus of the Course

Weeks	Audience	Team 1 (two members)	Team 2 (two members)	Team 3 (three members)
1	Common course	Introduction	Introduction	Introduction
2	Student Group 1 (30 students)	Design elements, principles, and composition	Structure	Materials
3				
4				
5				
6	Student Group 2 (30 students)	Design elements, principles, and composition	Structure	Materials
7				
8				
9				
10	Student Group 3 (32 students)	Design elements, principles, and composition	Structure	Materials
11				
12				
13				
14	Common course	Discussion	Discussion	Discussion

The proposed course design in this paper focuses on the theme that aims to teach design elements, design principles and composition. In order to establish the communication, a WhatsApp group with the students was created and Microsoft Teams for videoconferencing was used. Furthermore, in order to create a collaborative environment among the students and teaching team, Miro software was used. It is a web based interactive collaboration tool that also allows users to download the software to their mobile devices and desktops. Studies show that peer tutoring has a positive effect on the learning of the students (Ali et al., 2015; Schleyer et al., 2005). Therefore, we enabled students to make tutoring and make presentations to their fellows.

### 1<sup>st</sup> Week

It was expected from the students to prepare their projects and homework by making PowerPoint presentations. Therefore, within the first week of the course, presentation about how to prepare and present an effective presentation both in terms of visuality and manner of telling was made by the teaching team (Table 2). Some student works in order to emphasize right and wrong approaches regarding PowerPoint presentations and presentation boards was presented. Since the students will make lots of presentations throughout their educational and professional life in order to present their projects, it was believed that the required visual literacy and presentation techniques are very vital to be obtained from the beginning of their education and therefore, this session was included at the very beginning of the course.

Later 10 groups of three students were constituted by using an online draw tool and groups were asked to prepare presentations for the next week about design elements and principles (presented by three groups), gestalt (three groups), color (two groups), and architecture and design terminologies (two groups). In that way, it was aimed to make students get used to making presentations and learn the required basic design knowledge and terminology.

**Table 2.** Weekly Course Schedule

Week	Course Subject	Homework
1	Presentation techniques	Prepare presentations about design elements and principles, gestalt, color, and architecture and design terminologies
2	Assignment 1) Student presentations about design elements and principles, gestalt, color, and architecture and design terminologies and discussion of the presented issues	Bring 10 façade photos of buildings
3	1) Presentation regarding the usage of Miro. 2) Geometric analysis of the buildings via Miro	Prepare presentations of the investigated buildings in terms of design elements, principles, color and geometric analysis
4	Assignment 2) Student presentations of the investigated buildings in terms of design elements, principles, color and geometric analysis and discussion of the presented issues	Online questionnaire

### 2<sup>nd</sup> Week

In the second week, groups made their presentations, and the teaching team criticized their presentations, gave feedback, and completed the missing parts of the presented issues (Figure 1). Later, 15 groups of two were constituted by using an online draw tool for the new project and asked groups to search and bring a minimum of 10 photos of buildings for the next week. Regarding this task,

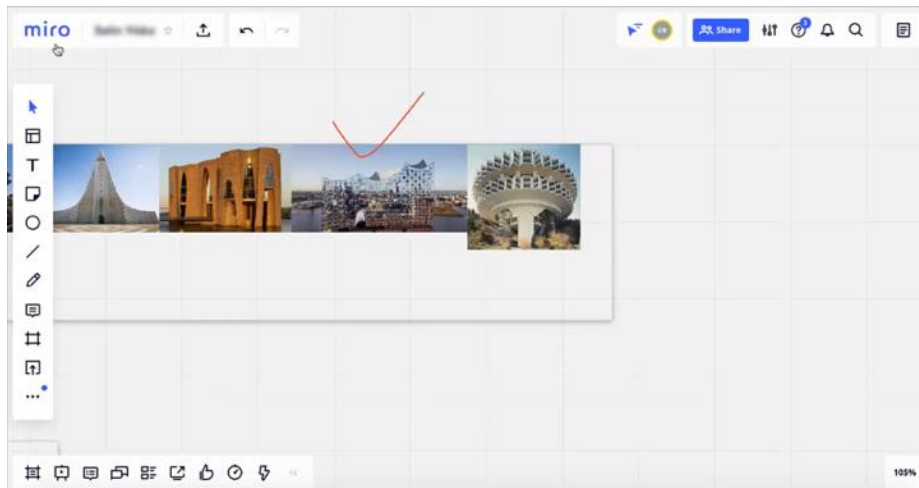
students were encouraged to search for photos that presents a façade of a building, and buildings having both straight and curved forms.



**Figure 1.** A Screenshot from One of the Presentations About Design Elements and Principles

### 3<sup>rd</sup> Week

For the 3<sup>rd</sup> week, a template in the Miro was prepared and groups were asked to place the attained photos to the designated area before the course hour. Within the course, the findings were examined and the most suitable one for each group for the exercise on hand was chosen (Figure 2).



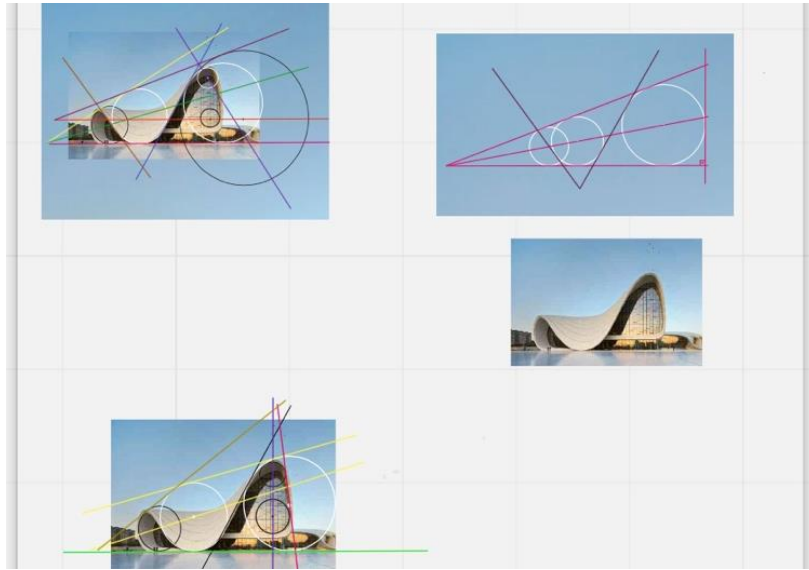
**Figure 2.** A Screenshot from the Building Selection Session of the Exercise

Later, a presentation regarding the usage of Miro and the procedure of the exercise was made by the teaching team. Within the project, students were asked to make a geometric analysis of the selected buildings by using Miro. Through this exercise, it was aimed to teach students that each building and structure is composed of geometrical shapes and relations, proportions, angles and transformations of these shapes. Through investigating the geometry and composition of existing buildings and obtaining a reverse engineering approach it was expected that students would start to look from the perspective of the architects and understand the design process.

For this exercise, Miro tool was found appropriate because it is easy to use, it allows for making drawings and taking notes, and most importantly, it allows for collaboration by enabling a synchronous working environment as if students are in the same room.

In the rest of the course, groups started to make geometric analysis of the selected buildings via Miro and teaching team gave them feedbacks (Figure 3). Finally, a presentation consisting of the

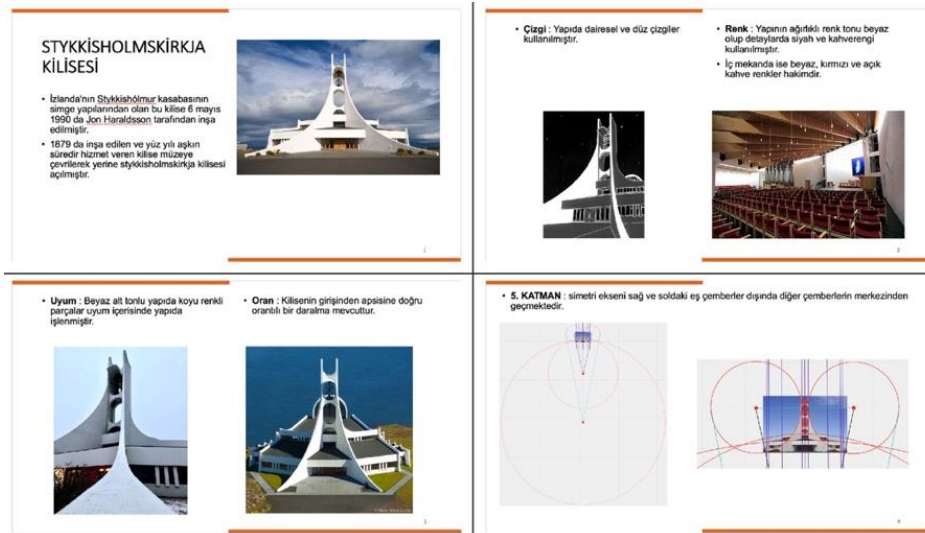
investigation of the buildings in terms of design elements, principles, color and geometric analysis was given as a submission for the next and final week.



**Figure 3.** A Screenshot from the Geometric Analysis Exercise Feedback Session

#### 4<sup>th</sup> Week

In the 4<sup>th</sup> and final week of the course, groups made their presentations about determined buildings and teaching team gave them feedbacks to their findings in terms of design elements, design principles, color usage and geometric analysis (Figure 4). After the 4<sup>th</sup> week, the same procedure was repeated twice with new student groups. At the end of the final course, all three student groups were delivered with an online survey and asked to respond anonymously in order to ensure objectivity.



**Figure 4.** Screenshots from the Presentation of Stykkishólmskirkja Church

### The Evaluation of the Proposed Course Design Proposal

The proposed basic design course proposal for distance education was evaluated through 1) student opinions obtained through an online questionnaire conducted at the end of the semester, evaluations made by the authors about 2) the process outputs and achievements and 3) the tools.

## Evaluation of the Opinions of Students

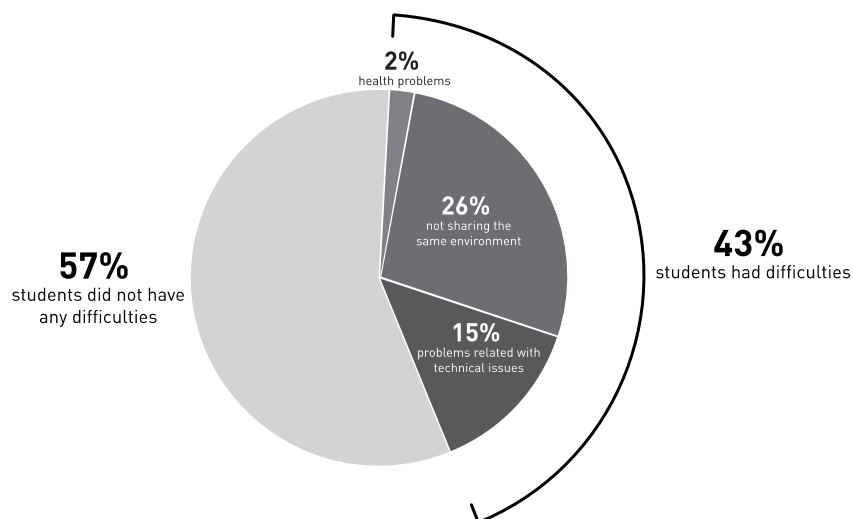
The student opinions were obtained by an online questionnaire containing eight open ended questions, which was prepared by getting expert opinions. The questions aimed to interrogate the encountered difficulties, the acquisitions and evaluations of the students regarding distance education and the followed course design together with teaching tools. The questionnaire got a total of 76 respondents within the 18-21 age range and with a participation of 47 females (62%) and 29 males (38%). The obtained data was analyzed through content analysis and thematic coding techniques. The determined themes were as follows: encountered problems related with technical issues, encountered problems related with the process, encountered problems related with communication, encountered problems related with health, evaluations related to the process, preferences, methods used to cope with the problems, evaluations related with the presentations, evaluations related with the geometric analysis and evaluations related with used tools.

The results show that, more than half of the students (57%) did not have any difficulties due to distance education (Figure 5). However, 26% of the students had communication and process related issues such as division of labor because of not sharing the same environment physically. Some of the responds were as follows:

“Being unable to represent my gestures due to being distant caused communication problems”.

“The process would take less time if we were face to face, deciding on division of labor and critical decisions were hard to manage due to distance”.

Half of these students indicated that, they spent more time in order to overcome communication and process related issues. Furthermore, 15% of the students had problems related with technical issues such as problems related with poor internet connection and computer usage skills. Besides, 2% of the students declared that distance education caused them health problems related with eyes and back pain due to long hours of sitting in front of the computer. Moreover, 30% of the students indicated that, they would prefer face to face education to online education and 38% of them indicated the process was fluent, educational, effective and comprehensible.



**Figure 5.** Difficulties Encountered Due to Distance Education

Another important finding was related with the followed course design. Regarding this topic, it was hard to dissociate which exercise cause which acquisition since the course was designed with a holistic approach and the contents are all related with each other. It was possible to see this approach in most the responds of the students as they indicated their acquisitions without distinguishing exercises. 41% of the students indicated that conducted exercises and the followed procedure helped them to look

from a different perspective to their environments and buildings (Figure 6). Some of the responds were as follows:

“Learning about design elements and principles enabled us to look from a new perspective and making more accurate interpretations about structures. Learning about geometric analysis enabled us to see the hidden substructure of the buildings. In that way, we can see the starting points of a design process and understand that each element of a building has an aim”.

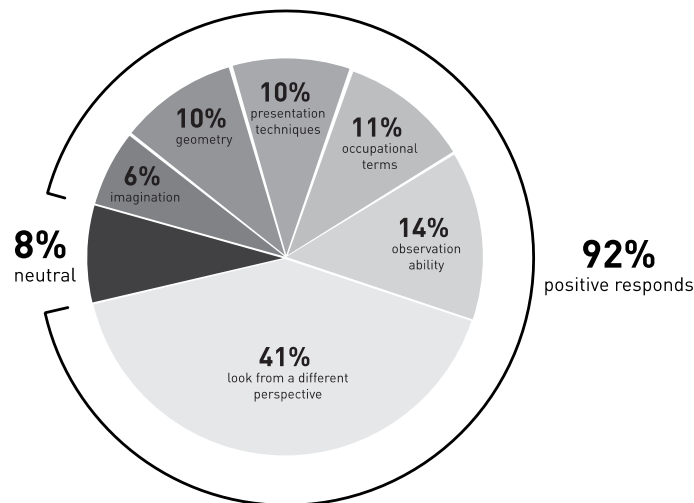
“I learned to look from a critical perspective into buildings and elements. I can now imagine guidelines of a building when I look to it”.

Furthermore, 14% of the students indicated that the course enhanced their observation ability and 11% of them indicated that learning about terms related with architecture and design had a positive effect on them. Some of the responds were as follows:

“Learning about architectural terms was helpful. When I hear those terms in other courses, I can now envision them. Furthermore, Gestalt draw my attention. Now, I look more carefully to billboards, advertisements, logos around me. Geometric analysis was also very useful. It brought me a new perspective. I started to draw imaginary lines and circles to buildings around me”.

“Through learning about architectural terms, I started to observe buildings which I pass by without noticing before. I really felt that I study architecture”.

Moreover, 10% of students declared that the course developed their presentation techniques and geometry related sense of aesthetic in terms of ratio, proportion and harmony. Besides, 6% of students indicated that the course enhanced their imagination skills.



**Figure 6.** Responds of the Students Regarding the Followed Course Design

The final finding of the study was related with teaching tools. As part of the basic design course, Microsoft Teams and Miro were used. All of the participants evaluated Microsoft Teams as useful and practical. Furthermore, 90% of the students evaluated Miro as useful and practical in terms of working collaboratively. On the other hand, 10% of the students found it unpractical and hard to use. Some of the responds were as follows:

“Working and interacting with our fellows through Miro was a privilege. Besides, seeing what others are doing is very fruitful”.

“Although our working environments are different, it is visible and accessible thanks to Miro. It creates a kind of online studio environment”.

“I think it is unpractical. Being a person who are familiar with computers and this kind of software, I don’t think it is easy to understand”.

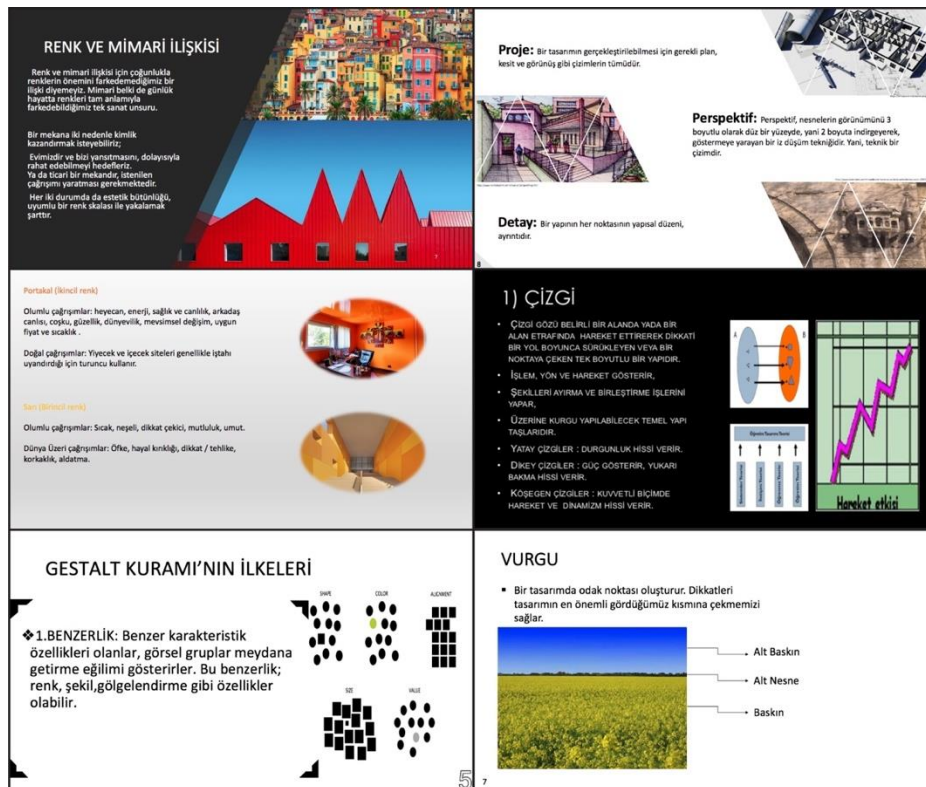
## Evaluation of the Process Outputs and Achievements

This section presents the evaluations made by the authors with regard to the obtained outputs within the process and the achievements of the students. Within the first assignment, groups made presentations related with design elements and principles, gestalt, color and architecture and design terminologies. The outputs of this assignment were evaluated in terms of 1) visual representation 2) rhetoric and 3) presented subjects.

In terms of the visual representation, most of the groups prepared well established and neat lay-outs (Figure 7a, 7b) considering the grid system, negative spaces and margins. However, some presentation pages have problems in terms of using a hard-to-read color (Figure 7c), using an eye-straining contrast regarding text and background (Figure 7a, 7d), using distorted images (Figure 7d), margins: positioning the elements too close to the outer boundaries (Figure 7c, 7e) and leaving little space between text and image (Figure 7e) and area usage: leaving meaningless empty spaces (Figure 7f).

In terms of the rhetoric, most of the groups made fluent presentations. Some groups became confused during the presentation. Since it was their first experience and the factor of excitement is considered, it can be evaluated as an understandable situation. However, some groups included too much text within a presentation page and preferred to read all of them instead of touching on the critical issues.

In terms of the presented subjects, all of the groups can be evaluated as successful since they covered the important issues, leaving minor details to instructors for expression.



Top Row: a and b, Middle Row: c and d and Bottom Row: e and f

**Figure 7.** Presentation Examples of Assignment 1

Within the second assignment, groups made presentations of a building in terms of its design elements, principles, color, and geometric analysis. The presented buildings were as follows: Şeyh Zayed Bridge, Notre Dame, Sage Gateshead, Lotus Temple, Jubilee Church, Museum of Zhang Zhidong, Auditorio de Tenerife, Fennell Residence, Sydney Opera House, Heydar Aliyev Center, Pinhal Velho House, Riverside Museum, Elbphilharmonie, Palau de les Arts Reina Sofia, Ex of In House, China Maritime Museum, The House on the Flight of Birds, Casa Eliptica, Poly Grand Theatre, Hotel the



Fontenay, Stykkishólmskirkja and Quadracci Pavilion. The outputs of this assignment were again evaluated in terms of 1) visual representation 2) rhetoric and 3) presented subjects.

In terms of the visual representation, it can be said that there was a clear improvement compared with the first assignment. Besides preparing presentations that have neat and visually coherent lay-outs and have less of the problems encountered in the first assignment, this time presentations started to have a visual appeal through the usage of a theme visually related with the context (Figure 8a), the usage of transparent backgrounds and elements having a visual balance (Figure 8b), the usage of appropriate images and placing them accordingly (Figure 8c) and the usage of minimalism (Figure 8d).

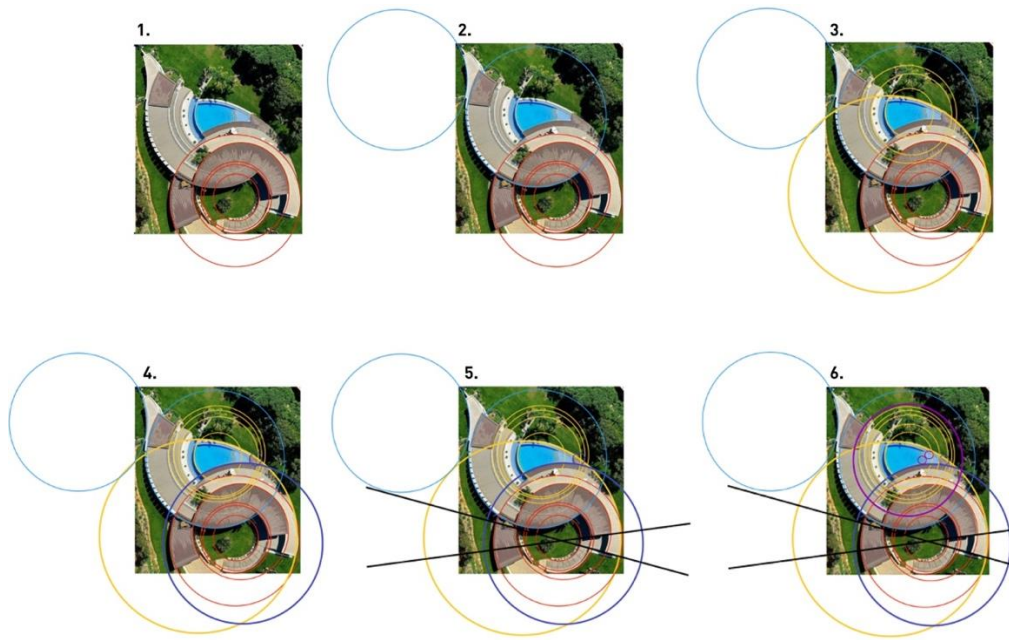


Top Row: a and b, Bottom Row: c and d

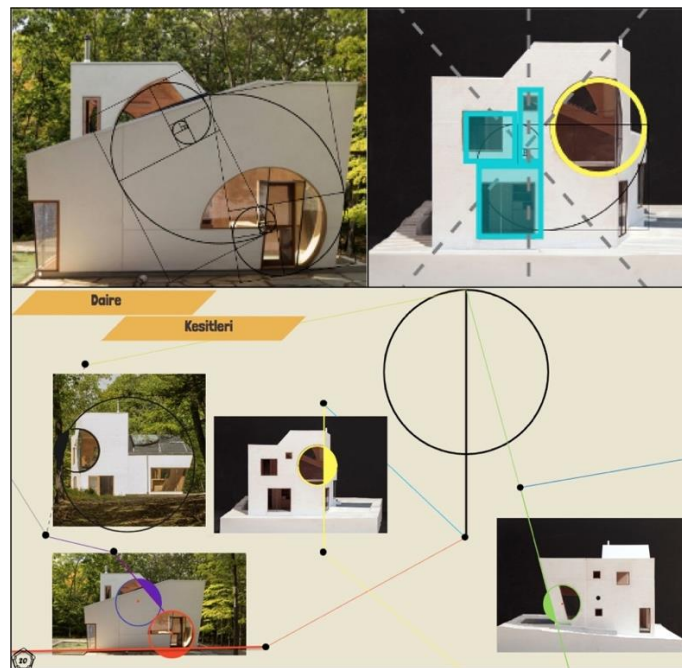
**Figure 8.** Presentation Examples of Assignment 2

In terms of the rhetoric, it is possible to say that each group improved themselves by preparing well, rehearsing, and conducting successful presentations in terms of rhetoric.

In terms of the presented subjects, all of the groups presented valuable information related with the building and the architect of it, together with the used design elements and principles and color. Furthermore, geometric analysis was the most laborious and the most important part of the assignment in terms of basic design issues especially composition. Regarding the geometric analysis, all of the groups investigated their buildings and tried to see the hidden geometrical shapes and their relations by working layer by layer (Figure 9). In these investigations, they made significant inferences regarding the usage of similar forms and their relations in terms of lay-out and golden ratio (Figure 10).



**Figure 9.** Geometric Analysis of Pinhal Velho House



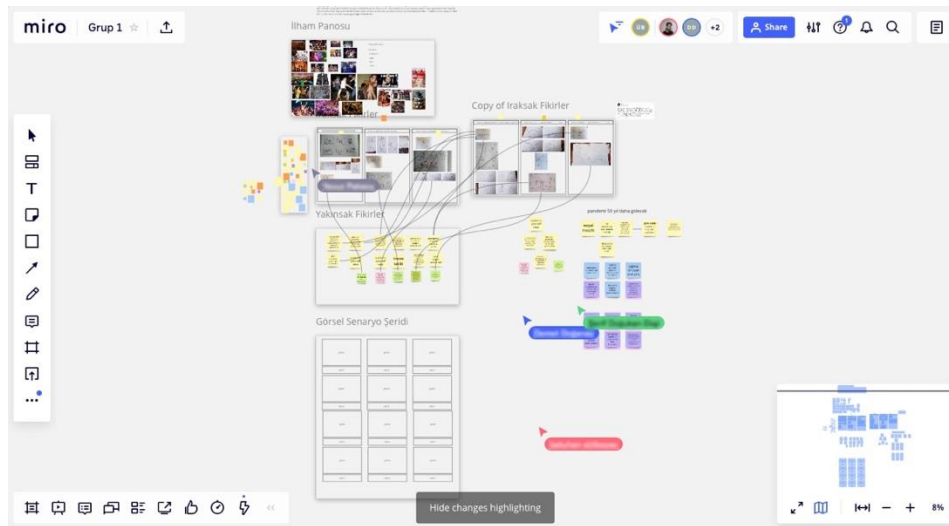
**Figure 10.** Geometric Analysis of Ex of In House

Through the completion of the course process and the assignments, the authors think that students gained a visual literacy and a design language in terms of interpreting and commenting about the environment around them. They also gained an understanding of design and see the logic behind the design process. Furthermore, the authors think that conducted assignments bring the students the critical points while making presentations both in terms of visual coherence and rhetoric. Besides, through the geometric analysis, they gain the importance of geometry and composition in architecture and the knowledge of how to use it within the design process. The results of the questionnaire are parallel with the thoughts of the authors therefore, the acquisitions of the course can be evaluated as effective for students.

## Evaluations of the Used Tools

Despite Microsoft Teams was also used throughout the course, the section concerns with the Miro and its potentials for the architecture and design education and professions. Miro can be evaluated as an empty wall that is located in online. People can simultaneously and in a synchronously write on it, draw on it, hang something on it and just like giving wall critiques in architecture and design education, people can stand and look what is on it (Figure 11). Furthermore, it has some advantages compared with the real-world situation of Miro which are whiteboards or walls.

First of all, it prevents the chaos that a large number of people would create being in the same physical environment and enables everybody to see the things clearly what is on board or wall without any obstacle. Furthermore, it is cheap and effortless. People do not need a pen, eraser, ruler or post-its. They can effortlessly draw a line, circle, square, etc. Besides, it has a bigger working area size that cannot be reached in a physical environment. Last but not least, it allows for the usage of several additional functions such as timer, voting tool, chat, templates, etc. The authors think that having these possibilities make Miro an efficient tool especially for brainstorming, planning and decision-making phases of a design process.



**Figure 11.** A Screenshot of a Miro Whiteboard Taken During a Workshop that is not in the Scope of This Paper

## Discussion and Conclusion

COVID-19 outbreak has caused educational systems to move online all around the world in an unexpected way. This sudden change affected both students and educators, and also pedagogy and instruction techniques. Therefore, it is important to see how different institutions around the world approaches distant education and what solutions they offer. In that sense, this study proposes a distance education course design for basic design course of the department of architecture.

The results of this paper show similarities with the literature. Bates (2015), Guri-Rosenblit (2005) and Hammad et al. (2018) argued that distance education is superior to face-to-face education in terms of enabling the flexibility of time and space. This situation was in a parallel way within this study. Although the course was conducted simultaneously by the participation of all of the students at the same time, the flexibility of space prevented the chaos that would have happen with the participation of 90 students.

According to the literature, distance education requires some equipment such as computers, smart mobile devices and some technical issues such as a stable internet infrastructure and also a sophisticated computer usage skill (Arkorful & Abaidoo, 2014; Bernardo & Duarte, 2020). The results

of this paper Show that 15% of the students indicated that they had problems related with poor internet connection and computer usage skills.

The biggest disadvantages of distance education compared with the face-to-face education was indicated as the lack of social interaction by Bernardo and Duarte (2020) and Misra and Misra (2013). 26% of the students participated to the study indicated that they had communication problems because of not sharing the same environment.

It is clear that distance education both have some advantages and disadvantages compared with the face-to-face education. In order to benefit for those advantages a restructured course design and appropriate teaching tools are necessary (Cheng, 2003). In terms of architecture education, in which communication, collaboration and interaction is crucial, facilitating appropriate instructional techniques and teaching tools for distance education become more of an issue. In this context, this paper discusses a distance education course design proposal together with an online collaboration tool for basic design course of the department of architecture. The proposed course design that adopts teaching presentation techniques, design elements, design principles, gestalt and composition through geometric analysis was evaluated as beneficial for students in terms of bringing a sense of visual and compositional literacy, an architectural and designer point of view and a reasoning of critical decisions given by architects in the design process. Furthermore, the used teaching tools, especially Miro, were evaluated as practical and useful in terms of working collaboratively by the students and the instructors. In that sense, both the proposed course design and the used tools can be evaluated as having a potential for the future distance education scenarios or a hybrid system that is a combination of both traditional in-class education and distance education.

It should be stated that, the findings of this study cannot be generalized. Conducting similar studies that present positive and negative sides of different approaches would be valuable during this period and in terms of preparing for potential forthcoming scenarios.

### **Acknowledges**

This study was conducted in the basic design course at Pamukkale University Department of Architecture within the Fall semester of 2020-2021. We would like to thank to the other teaching members, Assoc. Prof Dr. Işıl Uçman Altınışık, Fazıl Akın, Dilek Avsan, Saniye Fışgın Korkmaz and Gökçe Erdemir. Furthermore, we would like to thank to all students who participated to our study.

### **Author Contribution**

Both authors took part in preparing the experimental environment, following the experimental process, collecting data and performing statistical analyzes. The authors co-authored, read, and approved the article.

### **Ethic**

There are no ethical issues with the publication of this article.

### **Conflict of Interest**

The authors state that there is no conflict of interest.

### **ORCID**

Ümit Bayırlı  <https://orcid.org/0000-0001-7863-8563>

Enes Can Kılıç  <https://orcid.org/0000-0003-3180-7643>

## References

- Afacan, Y. (2012). Investigating the effects of group working in studying interior architecture. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 51, 506-511. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.197>
- Akbulut, D. (2010). The effects of different student backgrounds in basic design education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 5331-5338. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.868>
- Ali, A., & Liem, A. (2014). The use of formal aesthetic principles as a tool for design conceptualisation and detailing. Proceedings of NordDesign 2014, 490-499. <https://www.designsociety.org/publication/36293/The+use+of+Formal+Aesthetic+Principles+as+a+Tool+for+Design+Conceptualisation+and+Detailing>
- Ali, N., Anwer, M., & Abbas, J. (2015). Impact of peer tutoring on learning of students. *Journal for Studies in Management and Planning*, 1(2), 61-66. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1147960.pdf>
- Arkorful, V., & Abaidoo, N. (2014). The role of e-learning, the advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International Journal of Education and Research*, 2(12), 397-410. <https://www.ijern.com/journal/2014/December-2014/34.pdf>
- Attoe, W., & Mugerauer, R. (1991). Excellent studio teaching in architecture. *Studies in Higher Education*, 16(1), 41-50. <https://doi.org/10.1080/03075079112331383081>
- Aydemir, M. (2018). *Uzaktan eğitim programı, ders ve materyal tasarımı*. Eğitim Yayınevi.
- Bates, A. W. (2015). *Teaching in a digital age*. BC Campus.
- Bernardo, N., & Duarte, E. (2020). Design, education, and the online tech-pandemic. *Strategic Design Research Journal*, 13(3), 577-585. <http://10.4013/sdrj.2020.133.22>
- Boucharenc, C. G. (2006). Research on basic design education: An international survey. *International Journal of Technology and Design Education*, 16, 1-30. <http://10.1007/s10798-005-2110-8>
- Cheng, N. Y. (2003). Approaches to design collaboration research. *Automation in Construction*, 12(6), 715-723. [http://10.1016/S0926-5805\(03\)00059-1](http://10.1016/S0926-5805(03)00059-1)
- Ching, F. D. K. (2007). *Architecture form, space, and order*. John Wiley & Sons.
- Chiu, L. (2002). An organizational view of design communication in design collaboration. *Design Studies*, 23(2), 187-210. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00019-9](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00019-9)
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction*. Pfeiffer.
- Denel, B. (1981). *Temel tasarım ve yaratıcılık*. Odtü Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- Farivarsadri, G. (2001). A Critical View on Pedagogical Dimension of Introductory Design in Architectural Education. CEBE Architectural Education Exchange 2001 Conference. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.548.2785&rep=rep1&type=pdf>
- Gelernter, M. (1988). Reconciling lectures and studios. *Journal of Architectural Education*, 41(2), 46-52. <https://doi.org/10.2307/1424834>
- Girgin, D. (2019). Öğretmenlerin tasarım odaklı düşünmeye ilişkin bilişsel yapıları ve kavramsal değişimleri. *Journal of Ahi Evran University Social Sciences Institute*, 5(2), 459-482. <https://doi.org/10.31592/aeusbed.578729>
- Gökbulut, B. (2021). Uzaktan eğitim öğrencilerinin bakış açısıyla uzaktan eğitim ve mobil öğrenme. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(1), 160-177. <https://doi.org/10.17943/etku.797164>
- Goldschmidt, G., & Tassa, D. (2005). How good are good ideas? Correlates of design creativity. *Design Studies*, 26(6), 593-611. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.02.004>



- Güngör, İ. H. (2005). *Temel tasar.* Patates Baskı.
- Guri-Rosenblit, S. (2005). 'Distance education' and 'e-learning': Not the same thing. *Higher education*, 49(4), 467-493. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-0040-0>
- Hammad, J., Hariadi, M., Purnomo, M. H., Jabari, N., & Kurniawan, F. (2018). E-learning and adaptive e-learning review. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 18(2), 48–55. [http://paper.ijcsns.org/07\\_book/201802/20180207.pdf](http://paper.ijcsns.org/07_book/201802/20180207.pdf)
- Kocadere, S. A., & Özgen, D. (2012). Assessment of basic design course in terms of constructivist learning theory. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 51, 115-119. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.128>
- Kuloğlu, N., & Asasoğlu, A. O. (2010). Indirect expression as an approach to improving creativity in design education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 1674–1686. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.384>
- Kurt, S. (2009). An analytic study on the traditional studio environments and the use of the constructivist studio in the architectural design education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 401-408. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.072>
- Kvan, T., & Yunyan, J. (2005). Students' learning styles and their correlation with performance in architectural design studio. *Design Studies*, 26(1), 19-34. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.06.004>
- Lang, J. (1998). Öğrenciler için mimarlığa giriş: temel tasarım dersini yeniden düşünmek. In N. Teymur & T. A. Dural (Eds.), *Temel Tasarım/Temel Eğitim* (pp. 3-13). Odtü Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- Mayer, R. E. (2019). Thirty years of research on online learning. *Applied Cognitive Psychology*, 33(2), 152–159. <https://doi.org/10.1002/acp.3482>
- Mittler, A. G. (1994). *Art in Focus*. McGraw-Hill.
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (2005). *Distance education: A systems view of online learning*. Cengage Learning.
- Salama, A. (1995). *New trends in architectural education: Designing the design studio*. Tailored Text & Unlimited Potential Publishing.
- Sausmarez, M. D. (1983). *Basic design: The dynamics of visual form*. Van Nostrand Reinhold.
- Schadewitz, N. (2009). Design patterns for cross-cultural collaboration. *International Journal of Design*, 3(3), 37–53. <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/276/273>
- Schleyer, G., Langdon, G. S., & James, S. (2005). Peer tutoring in conceptual design. *European Journal of Engineering Education*, 30(2), 245-254. <https://doi.org/10.1080/03043790500087084>
- Schlosser, A. L., & Simonson, M. (2009). *Distance education: Definition and glossary of terms*. Information Age Publishing.
- Simonson, M., Schlosser, C., & Orellana, A. (2011). Distance education research: A review of the literature. *Journal of Computing in Higher Education*, 23(2-3), 124-142. <https://doi.org/10.1007/s12528-011-9045-8>
- UNESCO, (2021). Teacher task force calls to support 63 million teachers touched by the COVID-19 crisis. Retrieved June 6, 2021 from <https://en.unesco.org/news/teacher-task-force-calls-support-63-million-teachers-touched-covid-19-crisis>
- Wang, M., Ran, W., Liao, J., & Yang, S. J. H. (2010). A performance-oriented approach to e-learning in the workplace. *Educational Technology & Society*, 13(4), 167-179. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.13.4.167>

## Effects of Egg Shape Index on Egg Quality in Partridges

Sezai Alkan<sup>1</sup> , İsmail Türker<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Ordu University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Ordu

<sup>2</sup>Uşak University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Uşak

Geliş Tarihi / Received Date: 16.09.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 04.10.2021

### Abstract

The aim of this study is to investigate the effects of the egg shape index on egg quality traits in Partridge (*Alectoris Chukar*). For this purpose, the eggs were classified as three different groups in terms of egg shape index which are  $\leq 75$ ,  $< 76 - 77 >$  and  $\geq 78$  and 114, 56 and 73 eggs were used in the groups, respectively. Albumen ratio, albumen weight, yolk weight, yolk/albumen ratio and Haugh unit were significantly affected by egg shape index in this research. On the other hand, egg weight, egg volume, shell surface area, eggshell thickness, unit surface eggshell weight, shell ratio, albumen index, yolk index, yolk ratio and eggshell weight traits were not affected by egg shape index. It was determined that there was a significant relationship between egg shape index and albumen ratio, albumen weight, yolk weight, yolk/albumen ratio and Haugh unit in this study. According to the findings, eggshape index is an important factor affecting egg quality.

**Keywords:** alectoris chukar, egg, egg quality traits, egg shape index, correlation

## Kıvalı Kekliklerde Yumurta Şekil İndeksinin Yumurta Kalitesine Etkileri

### Özet

Bu araştırmada, Kıvalı Kekliklerde (*Alectoris Chukar*) yumurta şekil indeksinin yumurtanın iç ve dış kalite özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, yumurtalar şekil indeksi bakımından  $\leq 75$ ,  $< 76 - 77 >$  ve  $\geq 78$  olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır ve gruplarda sırasıyla 114, 56 ve 73 adet yumurta kullanılmıştır. Araştırmada ak oranı, ak ağırlığı, sarı ağırlığı, sarı-ak oranı ve Haugh birimi yumurta şekil indeksi tarafından önemli derecede etkilenmiştir. Buna karşın, yumurta ağırlığı, yumurta hacmi, kabuk yüzey alanı, kabuk kalınlığı, birim yüzey kabuk ağırlığı, kabuk oranı, ak indeksi, sarı indeksi, sarı oranı ve kabuk ağırlığı özellikleri yumurta şekil indeksi tarafından etkilenmemiştir. Yumurta şekil indeksi ile ak oranı, ak ağırlığı, sarı ağırlığı, sarı/ak oranı ve Haugh birimi arasından önemli ilişki olduğu belirlenmiştir. Bulgulara göre, yumurta şekil indeksi yumurta kalitesini etkileyen önemli bir faktördür.

**Anahtar Kelimeler:** kıvalı keklik (*alectoris chukar*), yumurta, yumurta kalite özellikleri, yumurta şekil indeksi, korelasyon



## Introduction

There are many breeds of partridge, both wild and domesticated, in the world, and the most commonly used partridge in commercial production is *Alectoris Chukar*. Since partridge is a seasonal poultry species, the egg laying period is short. The spawning period starts in the spring season when the weather starts to warm up and ends at the end of the summer season when the weather starts to cool (April-August). Partridges grown in intensive conditions begin to reach sexual maturity at the age of approximately 16 weeks. However, the age of sexual maturity in the wild ranges from 8 to 12 months, as partridges hatch in spring and summer. Therefore, both the late age to start spawning and the short spawning period cause the products obtained from partridges to be more valuable (Alkan et al., 2007; Sarıca et al., 2003;). Partridges play an important role in maintaining the natural balance by eating maggots, insects, and even harmful grasses that harm plants cultivated by humans, such as wheat, barley and oats. Although Turkey is rich in geographical areas where partridges can live, the number of partridges is not at the desired or expected level. Although there are many reasons for this situation, the most important reasons are uncontrolled and unconscious hunting, destruction of habitats, excessive agricultural spraying, and fertilization, and problems in the protection of local gene resources (Alkan et al., 2007; Alkan et al., 2008; Çetin et al., 2000; Günlü et al., 2001).

Today, economically it is very important to expand and develop hunting tourism, as well as mountain tourism, which has started to develop in the Aegean and Mediterranean regions, which are close to tourism regions, and in the Black Sea region as well in recent years. For this purpose, depending on the increasing number of tourists, the efforts to diversify and extend tourism over longer periods should be accelerated and these studies should be concluded as soon as possible. In addition to health, congress, spa, and winter tourism, hunting tourism should be included among the touristic activities. Partridges have an important place in hunting tourism in terms of providing material. Particular attention should be paid to partridge breeding in settlements in and around the forest, and efforts must be accelerated to increase the economic income from partridges for the people living there. In this way, the negative influence of these people living in or near the forest can be reduced (Günlü et al., 2001).

Egg shape index is the ratio of egg width to length and is an important criterion used to determine egg quality. The ideal shape index for hatching and commercial eggs is 74. Eggs with a shape index greater than 76 are round, those between 72-76 are normal, and those with a shape index less than 72 are elongated. Round and elongated eggs are weak-looking and not particularly suitable for egg trays. During the transportation of this type of eggs, more broken-cracked egg problems occur compared to the transportation of normal shaped eggs (Alkan et al., 2016; Türkoğlu & Sarıca, 2014).

In this study, the aim was to determine the relationship between the effects of shape index on internal and external quality traits and egg quality traits in Partridge (*A. Chukar*) eggs.

## Materials and Methods

### Materials

Partridge were fed with a diet containing 2850 kcal/kg metabolic energy and 24% crude protein during chick period, and 2800 kcal/kg metabolic energy and 21% crude protein during the growing and laying period ad libitum, while unlimited water was supplied until the end of the experiment (Table 1). Partridges aged 40-48 weeks were used in this study. Eggs obtained in between May and June were used in the study which were kept at room temperature for 24 hours without being examined for their internal and external quality traits.

**Table 1.** Composition and Calculated Content of Main Nutrients in The Diet

Name of the traits	Equation
Shape index	$100 \times (\text{Egg width}) / (\text{Egg length})$
Eggshell surface area (cm <sup>2</sup> )	$(3.155 - 0.013 \times \text{Egg width}) \times (\text{Egg length} \times \text{Egg width})$
Unit surface eggshell weight (g/cm <sup>2</sup> )	$(\text{Eggshell weight}) / (\text{Eggshell surface area})$
Eggshell ratio (%)	$100 \times (\text{Eggshell weight}) / (\text{Egg weight})$
Albumen index	$100 \times (\text{Albumen height}) / (\text{Albumen length} + \text{Albumen width}) / 2$
Albumen weight (g)	$\text{Egg weight} - (\text{Yolk weight} + \text{Eggshell weight})$
Albumen ratio (%)	$100 \times (\text{Albumen weight}) / (\text{Egg weight})$
Yolk index	$100 \times (\text{Yolk height}) / (\text{Yolk diameter})$
Yolk ratio (%)	$100 \times (\text{Yolk weight}) / (\text{Egg weight})$
Yolk – albumen ratio (%)	$100 \times (\text{Yolk weight}) / (\text{Albumen weight})$
Haugh unit	$100 \log [\text{Albumen height} - (1.7 \times \text{Egg weight}^{0.37}) + 7.57]$
Egg volume (cm <sup>3</sup> )	$0.913 \times \text{Egg weight}$
Eggshell thickness (mm)	$(\text{Sharp part} + \text{Blunt part} + \text{Equatorial part}) / 3$

## Methods

The eggs were classified as three different groups in terms of egg shape index which are  $\leq 75$ ,  $< 76 - 77$  and  $\geq 78$ . For these groups, 114, 56 and 73 eggs were used, respectively (Alkan et al., 2016; Türkoğlu & Sarıca 2014). After being numbered, the eggs were weighed using an electronic balance with an accuracy of 0.01 g. The width and length of the eggs were measured with a digital caliper with a precision of 0.01 mm. Then, the eggs were broken one by one on a glass table and the yolk height and albumen height were measured with a tripod micrometer with a precision of 0.01 mm while a digital caliper with a sensitivity of 0.01 mm was used for measuring yolk diameter, albumen length and albumen width. The yolk was separated from the egg albumen with a spoon and weighed. The albumen weight was calculated by subtracting the yolk and shell weight from the total egg weight. After the eggshells were cleaned and kept in room temperature for 24 hours, the weights of the shells without the membrane were determined by weighing them. The average egg thickness was calculated by measuring the samples taken from the sharp, equatorial and blunt parts of the egg using a micrometer with a precision of 0.01 mm (Alkan et al., 2016). The given equations used to determine the other quality traits of eggs are given in Table 2 (Alkan et al., 2015; Narushin 2005; Sreenivasiah 2006; Yannakopoulos & Tserveni-Gousi 1986). The obtained data were analyzed using Minitab 17 package program and Tukey Multiple Comparison Test was used to determine the groups that make up the difference.

**Table 2.** Equations Used to Determine Egg Quality Traits

Starter feed		Grower feed	
Ingredient	(%)	Ingredient	(%)
Maize	53.6	Maize	57.32
Soybean meal	25.94	Soybean meal	19.35
Sunflower meal	10.0	Sunflower meal	9.0
Bone meal	8.0	Bone meal	9.0
Vegetable oil	1.85	Vegetable oil	1.14
Vitamin	0.20	Vitamin	0.40
Lysine	0.16	Lysine	0.19
Methionine	0.10	Methionine	0.14
Mineral	0.10	Mineral	0.20
Salt	0.05	Salt	0.10
		Limestone	3.16

## Results and Discussion

The effects of egg shape index on egg quality traits are given in Table 3, whereas the phenotypic correlations between egg shape index and egg quality traits are given in Table 4.

**Table 3.** Effects of Egg Shape Index on Internal and External Quality Traits of Eggs

Traits	≥ 78	< 76 -77 >	≤ 75	P value
Egg weight (g)	20.09±0.14	20.09±0.16	19.99±0.12	0.841
Egg volume (cm <sup>3</sup> )	18.34±13	18.34±0.15	18.25±0.11	0.842
Eggshell surface area (cm <sup>2</sup> )	37.32±0.20	37.32±0.23	37.18±0.17	0.838
Eggshell thickness (mm)	0.242±0.00	0.242±0.00	0.242±0.00	0.682
Unit surface eggshell weight (g)	0.54±0.00	0.54±0.00	0.54±0.00	0.831
Eggshell ratio (%)	11.22±0.11	11.27±0.14	11.13±0.12	0.722
Albumen index	10.48±0.16	10.86±0.18	10.98±0.15	0.069
Yolk index	55.10±0.43	56.56±0.58	55.52±0.51	0.214
Yolk ratio (%)	39.80±0.47	41.45±0.57	40.89±0.45	0.097
Eggshell weight (g)	2.24 ±0.014	2.52±0.017	2.21±0.016	0.140
Albumen ratio (%)	51.50±0.87 <sup>a</sup>	48.75±0.75 <sup>b</sup>	49.44±0.43 <sup>b</sup>	0.015
Albumen weight (g)	10.32±0.18 <sup>a</sup>	9.76±0.13 <sup>b</sup>	9.86±0.08 <sup>b</sup>	0.005
Yolk weight (g)	7.96±0.06 <sup>b</sup>	8.29±0.09 <sup>a</sup>	8.13±0.06 <sup>ab</sup>	0.012
Yolk / albumen ratio (%)	78.27±1.23 <sup>b</sup>	85.94±1.55 <sup>a</sup>	83.22±1.04 <sup>a</sup>	0.000
Haugh unit	85.98±0.46 <sup>b</sup>	86.86±0.52 <sup>ab</sup>	87.44±0.33 <sup>a</sup>	0.034

<sup>a,b</sup> Different letters in the same row indicate significant differences between groups ( $P < 0.05$ )

As seen in Table 3, the albumen ratio was significantly affected by the egg shape index, and this ratio increased due to the increase in the shape index. The highest albumen ratio (51.50%) was found in the group with the high shape index group ( $\geq 78$ ). The albumen ratio values obtained in this study were like the ones reported by Aysöndü et al. (2005), Çetin et al. (2008), Tekinşen et al. (2008) lower than the value reported by Günhan (2014) and higher than the value reported by Özkan (2020). Egg shape index also significantly affected the albumen weight. As with the egg shape index, the albumen weight increased due to the increase in egg shape index, and the highest albumen weight (10.32 g) was determined in the group with the high egg shape index ( $\geq 78$ ). The obtained albumen weight values were found lower than the ones reported by Aysöndü (2005), Günhan (2014), Günlü et al. (2003), and Özbey and Esen (2007), higher than the values reported by Özkan (2020), and like the ones reported by Çağlayan et al. (2009) and Çetin et al. (2008). The yolk weight was also significantly affected by the egg shape index. However, depending on the increase in the shape index, the yolk weight decreased, and the highest yolk weight was obtained in the group with the low shape index ( $\leq 75$ ). It was determined that the yolk weight values obtained were similar to the values stated in the literature (Aysöndü et al 2005; Çetin et al 2008; Günhan 2014; Günlü et al 2003; Kırıkçı et al 2007). Again, yolk/albumen ratio and Haugh unit were also significantly affected by egg shape index. As the egg shape index increased, both the yolk/albumen ratio and the Haugh unit decreased, and the lowest yolk/albumen ratio and Haugh unit values were found in the group with the high egg shape index ( $\geq 78$ ). One of the most commonly used methods for determining quality traits in eggs is the Haugh unit. Eggs with a Haugh unit value greater than 78 are included in the class of perfect eggs according to the Turkish Standards Institute Haugh unit values. Therefore, it is undesirable for the eggs to have a Haugh unit value of less than 78. The Haugh unit value is higher in fresh eggs and lower in stale eggs (Türkoğlu et al 1997). The Haugh unit values obtained in this study are in the class of perfect eggs according to the Turkish Standards Institute Haugh unit values. Obtained Haugh unit values are lower than those reported by Aysöndü (2005), however, higher values were obtained when compared to those reported by Demirel and Kırıkçı (2009), Garip et al (2010), Günhan (2014), and Özbey and Esen (2007). On the other hand, egg weight, egg volume, shell surface area, shell thickness, unit surface shell weight, shell ratio, albumen index, yolk index, yolk ratio and shell weight were not significantly affected by the change in egg shape index value in our study.

Although it was stated in the study by Bernacki and Heller (2003) that the egg weight increased due to the increase in the egg shape index, in our study, it was determined that the egg weight did not

increase significantly despite the increase in the shape index, and the egg weight varied between 19.99-20.09 g. Obtained egg weights were found as similar to the ones reported by Kırıkçı et al (1999), Çetin et al (1997) and Redondo (2010), less than the values reported by Alkan et al (2007), Aysöndü (2005), Çetin et al (2001), Çetin et al (2008), Günhan (2014) and greater than the value reported by Özkan (2020). It is thought that the differences between the egg weights determined in this study and the egg weights specified in the literature are due to the differences in the genotype used in the research, density, climatic conditions, nutrition system and age.

**Table 4.** Phenotypic Correlations Between Internal and External Quality Traits of Partridge Eggs

Traits	SI	EW	ESW	YW	AW	ET	YI	AI	HU	ESA	USEA	ER	AR	YR	Y/AR
EW	0.044														
ESW	0.048	-0.202*													
YW	-0.141	-0.161**	0.338*												
AW	0.182*	0.186*	0.158**	-0.167*											
ET	-0.062	0.060	-0.073	-0.228*	0.260*										
YI	-0.012	-0.173*	0.251*	0.867*	-0.304*	-0.240*									
AI	-0.164*	0.178*	0.051	-0.043	0.314*	0.042	-0.220*								
HU	-0.199*	-0.034	0.160**	-0.008	0.346*	-0.008	-0.210*	0.890*							
ESA	0.045	1.00*	-0.203*	-0.162**	0.187*	0.060	-0.174*	0.178*	-0.034						
USEA	0.045	1.00*	-0.203*	-0.163**	0.188*	0.059	-0.177*	0.179*	-0.033	1.00*					
ER	-0.007	-0.780*	0.768*	0.330	-0.026	-0.081	0.284*	-0.081	0.127**	-0.781*	-0.781*				
AR	0.149**	-0.366*	0.257*	-0.061	0.844*	-0.281*	-0.182	0.203*	0.348*	-0.366*	-0.366*	0.399*			
YR	-0.126**	-0.713*	0.368*	0.804*	-0.225*	-0.193*	0.720*	-0.135**	0.017	-0.714*	-0.715*	0.708*	0.182*		
Y/AR	-0.204*	-0.218*	0.075	0.701*	-0.776*	0.084	0.726*	-0.260	-0.268	-0.218*	-0.220*	0.199*	-0.612*	0.622*	
EV	0.044	1.00*	-0.242*	-0.161**	0.186	0.060	-0.173*	0.178	-0.034	1.00*	1.00*	-0.780*	-0.366*	-0.713*	-0.218*

SI: Shape index; EW: Egg weight (g); ESW: Eggshell weight (g); YW: Yolk weight (g); AW: Albumen weight (g); ET: Eggshell thickness (mm); YI: Yolk index; AI: Albumen index; HU: Haugh unit; ESA: Eggshell surface area (cm<sup>2</sup>); USEA: Unit surface eggshell area (cm<sup>2</sup>); ER: Eggshell ratio (%); AR: Albumen ratio (%); YR: Yolk ratio (%); Y/AR: Yolk/albumen ratio (%); EV: Egg volume (cm<sup>3</sup>); \*:Significantly at  $P < 0.01$ ; \*\*:Significantly at  $P < 0.05$

In this study, it was determined that the relationship between egg shape index and egg weight ( $r=0.044$ ) was positive and insignificant (Table 4). The relationship between egg shape index and egg weight in many poultry species was examined and the results were found to be different from each other. Many studies have shown that there is a positive and significant relationship between egg shape index and egg weight (Alkan et al., 2013; Duman et al 2016; 2016; Fajemilehin et al., 2009; Kuzniacka et al., 2004; Kırıkçı et al., 2003; Olawumi & Ogunlade 2008; Yılmaz et al., 2011). On the other hand, in some studies, this relationship was found to be negative and insignificant (Kul & Şeker 2004; Nowaczewski et al., 2008; Tebesi et al., 2012). In addition, in a study by Bernacki and Heller (2003), it was stated that as egg shape index increases as the egg weight increases. Again, in many studies, it has been determined that there is a significant relationship between egg shape index and egg length and width (Abanikannda et al., 2007; Alkan et al., 2015; Olawumi & Ogundale 2008).

It was determined that there was a positive and insignificant ( $r=0.044$ ) relationship between egg shape index and egg volume. Recently, Alkan et al. (2013, 2016) reported that there is a significant relationship between egg shape index and egg volume. However, in the study conducted by Aktan (2004), it was revealed that the relationship between egg shape and egg volume was negative and insignificant.

Again, the relationship between yolk index and egg shape index was low and insignificant ( $r=-0.012$ ). This result was consistent with the results reported by Duman et al. (2016) and Alkan et al. (2013). In contrast, Sarica et al (2012) reported positive and significant relationship between shape index and yolk index, whereas this relationship was positive and insignificant in the study done by Emamgholi et al (2010).

Again, the relationship between egg shape index and Haugh unit was found to be positive and insignificant ( $r=-0.199$ ). Duman et al. (2016) and Sarica et al. (2012) reported that there was a significant and positive relationship between the shape index and the Haugh unit. In contrast, like our study Alipanah et al. (2013), Alkan et al. (2013), Alkan et al. (2016), Olawumi and Ogunlade (2008), Onunkwo and Okara (2015), and Zhang et al. (2005) found that the relationship between shape index and Haugh unit was positive and insignificant.

It was determined that the relationship between egg shape index and eggshell thickness was negative and insignificant ( $r=-0.062$ ). However, different results have been obtained in many studies on the subject. In some studies, the relationship between egg shape index and eggshell thickness was positive and insignificant (Alkan et al., 2016; Özçelik 2002; Zhang et al 2005) while in some studies it was negative and insignificant (Alkan et al., 2013; Tebesi et al., 2012). However, Şekeroğlu et al. (2000) stated that the relationship between egg shape index and eggshell thickness was important.

The relationship between egg shape index and eggshell surface area was also found to be insignificant ( $r=0.045$ ) in our study. Recently, Alkan et al. (2013) and Duman et al (2016) found the relationship between egg shape index and eggshell surface to be significant. Altuntaş and Şekeroğlu (2008) stated in their study that the surface area of the shell decreased due to the increase in the egg shape index. It is thought that the differences between the findings in the literature may be due to the different poultry species used, rearing systems, care-feeding and environmental conditions. Again, the relationship between egg shape index and unit surface shell weight was found to be positive and insignificant ( $r=0.045$ ). In a similar study, Alkan et al. (2016) stated that the relationship between egg shape index and unit surface shell weight is positive and insignificant. The relationship between shape index and crust ratio was negative and insignificant ( $r=-0.07$ ). Alkan et al. (2016) stated that the relationship between egg shape index and shell ratio is positive and insignificant.

The relationship between egg shape index and albumen index was found to be negative and significant ( $r=-0.164$ ). This result is different than that of Emamgholi et al. (2010), Günlü et al. (2003) and

Onunkwo, and Okara (2015) but like the results reported by Alkan et al. (2013) Duman et al. (2016), and Sarica et al. (2012).

Finally, the relationship between egg shape index and albumen ratio was positive and significant ( $r=0.164$ ), between egg shape index and yolk ratio was negative and significant ( $r=-0.126$ ), and between egg shape index and yolk/albumen ratio was negative and significant ( $r=-0.204$ ) in our work. As a comparison, in the study conducted by Alkan et al. (2016), the relationship between egg shape index and albumen ratio was found to be positive and insignificant, the relationship between egg shape index and yolk ratio was negative and insignificant, and the relationship between egg shape index and yolk/albumen ratio was negative and insignificant.

### Conclusion

In this study, it was determined that the egg shape index of partridges (*A. Chukar*) significantly affected some of the egg quality traits (albumen ratio, albumen weight, yolk weight, yolk/albumen ratio and Haugh unit). Also, we determined that the relations between some traits were quite different from the values stated in the literature. It is thought that these differences may be due to the different species of poultry used in the research, age, rearing systems, maintenance and environmental conditions. Partridges have a potential to be easily used for meat and egg production in family businesses in rural areas, especially in alternative poultry production. Particular attention should be paid to the cultivation of partridges, especially in the settlements in and around the forest, and the necessary efforts should be accelerated to increase the economic income of the people living here from partridges. Thus, the economic income of the people living in and near the forests can be increased and the negative pressures of these people on the forests can be reduced. For this reason, due importance should be given to the studies on partridges, and it should be revealed that these animals are important sources of genes through breeding studies

### Author Contributions

*Sezai Alkan*, performed the data collection and statistical analysis. *İsmail Türker*, prepared the experimental environment and followed the experimental process. The authors co-authored, read, and approved the article.

### Ethics Statement

There are no ethical issues with the publication of this article.

### Conflict of Interest

The authors state that there is no conflict of interest.

### ORCID

*Sezai Alkan*  <https://orcid.org/0000-0003-0601-0122>

*İsmail Türker*  <https://orcid.org/0000-0003-3125-6810>

### References

- Abanikannda O. T. F., Olutogun O, Leigh A. O., & Ajayi L. A. (2007). Statistical modeling of egg weight and egg dimensions in commercial layers. *International Journal of Poultry Science*, 6, 59-63. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.623.2958&rep=rep1&type=pdf>
- Alipanah M., Deljo J., Rokouie M., & Mohammadnia R. (2013). Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in khazak layers. *Trakia Journal of Sciences* 2, 175-180. <http://tru.uni-sz.bg/tsj/N2,%20Vol.11,%202013/M.Alipanah.pdf>






- Aktan S. (2004). Determining some exterior and interior quality traits of quail eggs and phenotypic correlations by digital image analysis. *Hayvansal Üretim*, 45(1): 7-13. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TR2005000043>
- Alkan S, Karabağ K, Balcıoğlu M S & Galiç A (2007). Kınalı keklüklerde (*Alectoris chukar*) bazı yumurta özelliklerinin ve canlı ağırlıkların belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2): 225-228. <http://ziraatdergi.akdeniz.edu.tr/dinamik/144/229.pdf>
- Alkan S., Karabağ K., Galiç A., & Balcıoğlu B. S. (2008). Kınalı Kekliklerde (*Alectoris Chukar*) Disi-Erkek Oranının Kuluçka Üzerine Etkileri. *Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 48(1), 45-50. <https://dergipark.org.tr/en/pub/lahaed/issue/39441/465202>
- Alkan S., Karslı T., Galiç A., & Karabağ K. (2013). Determination of phenotypic correlations between internal and external quality traits of Guinea fowl eggs. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(5), 861-867. [http://vetdergikafkas.org/uploads/pdf/pdf\\_KVFD\\_1412.pdf](http://vetdergikafkas.org/uploads/pdf/pdf_KVFD_1412.pdf)
- Alkan S., & Durmuş İ. (2015). Alternatif kanatlı yetiştiriciliği: Beç tavuğu yetiştiriciliği. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(10), 806-810. <https://app.trdizin.gov.tr/publication/paper/detail/TVRnNE1qWXhNUT09>
- Alkan S., Karslı T., Durmuş İ., & Karabağ K. (2016). Beç tavuklarında (*Numida meleagris*) yumurta şekil indeksinin yumurta kalitesine etkileri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(9), 758-762. <https://app.trdizin.gov.tr/makale/TWpFeE56TTJOz09/bec-tavuklarında-numida-meleagris-yumurta-sekil-indeksinin-yumurta-kalitesine-etkileri>
- Altuntaş E., & Şekeroğlu A. (2008). Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *Journal of Food Engineering*, 85, 606-612. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.08.022>
- Aysöndü M. H. (2005). Kaya keklüklerinde (*A.chukar*) farklı barındırma şeklinin yumurta verimi, kuluçka özellikleri ve yumurta kalitesi üzerine etkileri [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Bernacki Z., & Heller K. (2003). Ocena jakosci jaj perlic szarych wroznnych okresearch niesnosci. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Biologicznych*, 51, 27-32. <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-ae3f16da-a0c6-479d-88c6-c1c699ae1280>
- Çağlayan T., Alaşahan S., Kırıkçı K., & Günlü A. (2009). Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of Partridge (*Alectoris graeca*). *Poultry Science*, 88, 1330-3. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00091>
- Çetin O., Kırıkçı K., & Gülşen N. (1997). Some productivity characteristics of Chukar partridges (*A. chukar*) in different management conditions. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 13(2), 5-10. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/229471>
- Çetin O. (2000). Farklı kesim yaşlarında kaya keklüklerinin (*A. graeca*) besi ve karkas özellikleri. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 2, 41-44.
- Çetin O., Kırıkçı K., Günlü A., Tepeli C., & Yılmaz A. (2001, Mayıs, 21-24). Kaya keklüklerinde (*A. Graeca*) zorlamalı tüy dökümünün yumurta ve kuluçka verim özelliklerine etkisi ve elde edilen civcivlerin büyüme, besi performansı ve karkas özellikleri. I. Doğu Anadolu Kanatlı Yetiştiriciliği Sempozyumu (pp. 153-160), Van, Türkiye.
- Çetin O, Kırıkçı K, Günlü A, Garip M & Çağlayan T (2008). Kekliklerde (*A. graeca*) yumurtlama zamanının kuluçka sonuçları ile bazı yumurta özelliklerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Veterinerlik Bilimleri Dergisi*, 3(1). 11–17. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunivbd/issue/2897/40227>
- Demirel Ş., & Kırıkçı K. (2009). Effect of different egg storage times on some egg quality characteristics and hatchability of pheasants (*Phasianus colchicus*). *Poultry Science*, 88, 440–444. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00131>

- Duman M., Şekeroğlu A., Yıldırım A., Eleroğlu H., & Camcı O. (2016). Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science*, 80, 1-9. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.117>
- Emamgholi B. H., Zerchdaron S., Hassani S., Abbasi M. A., & Khan Ahmadi A. R. (2010). Heritability, genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in Iranian native fowl. *British Poultry Science*, 51, 740-744. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.528750>
- Fajemilehin S. O. K., Odubola O. O., Fagbuaro S. S., & Akinyemi M. O. (2009). Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Nigerian helmeted guinea fowl, *Numida meleagris galeata pallas*. *Applied Tropical Agriculture*, 14, 102-108.
- Garip M., Çağlayan T., Kırıkçı K., & Günlü A. (2010). A comparison of egg quality characteristics of partridge and pheasant eggs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(2), 299-301. [https://www.researchgate.net/profile/Tamer\\_Caglayan/publication/250303566\\_A\\_Comparison\\_of\\_Egg\\_Quality\\_Characteristics\\_of\\_Partridge\\_and\\_Pheasant\\_Eggs\\_P\\_colchicus\\_A\\_gaeca/links/0deec5372ef6118f0e000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Tamer_Caglayan/publication/250303566_A_Comparison_of_Egg_Quality_Characteristics_of_Partridge_and_Pheasant_Eggs_P_colchicus_A_gaeca/links/0deec5372ef6118f0e000000.pdf)
- Günhan A. (2014). Kaya kekliği (a. gaeca) yumurtalarında farklı depolama süresinin kuluçka sonuçları ve bazı yumurta kalite özelliklerine etkisi [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Günlü A., Kırıkçı K., & Çetin O. (2001, Mayıs, 21-24). Orman içi ve kenarı köylerin ekonomik refahının artırılmasında alternatif kanatlı yetiştiriciliği ve bunların önemi. I. Doğu Anadolu Kanatlı Yetiştiriciliği Sempozyumu (pp. 45-51), Van, Türkiye.
- Günlü A., Kırıkçı K., Çetin O., & Garip M. (2003). Some external and internal quality characteristics of partridge (*A. gaeca*) eggs. *Food, Agriculture and Environment*, 1(3-4), 197-199. [https://www.researchgate.net/profile/Kemal-Kirikci/publication/265886337\\_Some\\_external\\_and\\_internal\\_quality\\_characteristics\\_of\\_partridge\\_A\\_gaeca\\_eggs/links/542aab210cf277d58e875388/Some-external-and-internal-quality-characteristics-of-partridge-A-gaeca-eggs.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kemal-Kirikci/publication/265886337_Some_external_and_internal_quality_characteristics_of_partridge_A_gaeca_eggs/links/542aab210cf277d58e875388/Some-external-and-internal-quality-characteristics-of-partridge-A-gaeca-eggs.pdf)
- Kırıkçı K., Tepeli C., Çetin O., Günlü A., & Yılmaz A. (1999). Farklı barındırma ve aydınlatma şartlarında kaya kekliklerinin (a. Gaeca) bazı verim özellikleri. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 15(1), 15-22.
- Kırıkçı K., Çetin O., Günlü A., Tepeli C., & Yılmaz A. (2003). Investigating of the possibility of second production in a year from rock Partridges (*a. Gaeca*) under intensive breeding. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 1(2), 267-269. <https://doi.org/10.1234/4.2003.378>
- Kırıkçı K., Günlü A., Çetin O., & M. Garip (2007). Effect of hen weight on egg production and some egg quality characteristics in the Partridge (*Alectoris gaeca*). *Poultry Science*, 86, 1380-1383. <https://doi.org/10.1093/ps/86.7.1380>
- Kul S., & Şeker I. (2004). Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *International Journal of Poultry Science*, 3(6), 400-405. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.599.5627&rep=rep1&type=pdf>
- Kuzniacka K. N., Bernecki Z., & Adamski M. (2004). Jakos i wylegowosc jaj perlic szarych (*Numida meleagris*) utrzymywanych eksrensownie. *Zeszyty Naukowe Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy. Zootechnika*, 34, 115-123. <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-article-c5830782-bdef-424c-8742-6e918c365af0>
- Narushin V. G. (2005). Egg geometry calculation using the measurements of length and breadth. *Poultry Science*, 84(3), 482-484. <https://doi.org/10.1093/ps/84.3.482>

- Nowaczewski S., Witkiewicz K., Fraczkak M., Kontecka H., Rutkowski A., Krystianiak S., & Rosinski A. (2008). Egg quality from domestic and French Guinea fowl. *Nauka Przyroda Technologie*, 2(2), 1-9. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.600.4605&rep=rep1&type=pdf>
- Olawumi S. O., & Ogunlade J. T. (2008). Phenotypic correlation between some external and internal egg quality traits in the exotic ISA Brown layer breeders. *Asian Journal of Poultry Science*, 2(1), 30-35. [https://www.researchgate.net/profile/Simeon-Olawumi/publication/250303553\\_Phenotypic\\_Correlations\\_Between\\_Some\\_External\\_and\\_Internal\\_Egg\\_Quality\\_Traits\\_in\\_the\\_Exotic\\_Isa\\_Brown\\_Layer\\_Breeders/links/5f6874ba299bf1b53ee770b8/Phenotypic-Correlations-Between-Some-External-and-Internal-Egg-Quality-Traits-in-the-Exotic-Isa-Brown-Layer-Breeders.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Simeon-Olawumi/publication/250303553_Phenotypic_Correlations_Between_Some_External_and_Internal_Egg_Quality_Traits_in_the_Exotic_Isa_Brown_Layer_Breeders/links/5f6874ba299bf1b53ee770b8/Phenotypic-Correlations-Between-Some-External-and-Internal-Egg-Quality-Traits-in-the-Exotic-Isa-Brown-Layer-Breeders.pdf)
- Onunkwo D. N., & Okara I. C. (2015). Phenotypic correlation between external and internal egg quality traits in three varieties of helmeted Guinea fowl from 28 to 46 weeks of age. *International Journal of Livestock Research*, 5, 60-70.
- Özbeş O., & Esen F. (2007). The Effects of Different Breeding Systems on Egg Productivity and Egg Quality Characteristics of Rock Partridges. *Poultry Science*, 86, 782-785. <https://doi.org/10.1093/ps/86.4.782>
- Özçelik M. (2002). The phenotypic correlations among some external and internal quality characteristics in Japanese quail eggs. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 49, 67-72. <http://vetjournal.ankara.edu.tr/tr/pub/issue/48922/623961>
- Özkan Ç. Ö. (2020). Damızlık Kınalı Kekliklerde (*Alectoris chukar*) Meselen E Liquid Takviyesinin Yumurta Verimi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *ADYÜTAYAM Dergisi*, 8(1), 31-37. <https://dergipark.org.tr/en/pub/adyutayam/issue/61049/906444>
- Redondo P. G. (2010). Effect of long-term storage on the hatchability of red-legged partridge (*Alectoris rufa*) eggs. *Poultry Science*, 89, 379-383. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00408>
- Sarıca M., Camcı Ö., & Selçuk E. (2003). *Bıldırcın, sülün, keklik, etçi güvercin, beç tavuğu ve devekuşu yetiştiriciliği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 4, s1-42.
- Sarıca M., Önder H., & Yamak U. S. (2012). Determining the most effective variables for egg quality traits of five hen genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14, 235-240. [https://www.researchgate.net/profile/Hasan-Oender/publication/236267882\\_Determining\\_the\\_Most\\_Effective\\_Variables\\_for\\_Egg\\_Quality\\_Traits\\_of\\_Five\\_Hen\\_Genotypes/links/02e7e51778139b25d1000000/Determining-the-Most-Effective-Variables-for-Egg-Quality-Traits-of-Five-Hen-Genotypes.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hasan-Oender/publication/236267882_Determining_the_Most_Effective_Variables_for_Egg_Quality_Traits_of_Five_Hen_Genotypes/links/02e7e51778139b25d1000000/Determining-the-Most-Effective-Variables-for-Egg-Quality-Traits-of-Five-Hen-Genotypes.pdf)
- Sreenivasiah, P. (2006). Poultry production: A unique encyclopedia. 3<sup>rd</sup> Ed. Bangalore, India.
- Şekeroğlu A., Kayaalp G. T., & Sarıca M. (2000). The regression and correlation analysis on egg parameters in Denizli poultry. *Journal of Agricultural Faculty Çukurova University*, 15, 69-74.
- Tebesî T., Madibela O. R., & Moreki J. C. (2012). Effect of storage time on internal and external characteristics of Guinea fowl (*Numida meleagris*) eggs. *Journal of Animal Science Advance*, 2(6), 534-542. <http://moodle.buan.ac.bw/handle/123456789/318>
- Tekinşen K. K., Ardıç M., & Torla E. (2008). Keklik yumurtasının başlıca nitelikleri. *Türk Tarım*, 184, 64-67.
- Türkoğlu M., Arda M., Yetişir R., Sarıca M., & Erensayın C. (1997). *Science of poultry*. Otakfon-Ofset.
- Türkoğlu M., & Sarıca M. (2014). *Tavukçuluk Bilimi: Yetiştirme, besleme, hastalıklar*. Bey-Ofset Matbaacılık.
- Yannakopoulos A. L., & Tserveni-Gousi A. S. (1986). Quality characteristics of quail eggs. *British Poultry Science*, 27, 171-176. <https://doi.org/10.1080/00071668608416870>

- Yılmaz A., Tepeli C., & Çağlayan T. (2011). External and internal egg quality characteristics in Japanese quails of different plumage color lines. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9(2), 375-379. [https://www.researchgate.net/profile/Alper-Yilmaz-7/publication/287844927\\_External\\_and\\_internal\\_egg\\_quality\\_characteristics\\_in\\_Japanese\\_quails\\_of\\_different\\_plumage\\_color\\_lines/links/589051434585157323405008/External-and-internal-egg-quality-characteristics-in-Japanese-quails-of-different-plumage-color-lines.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alper-Yilmaz-7/publication/287844927_External_and_internal_egg_quality_characteristics_in_Japanese_quails_of_different_plumage_color_lines/links/589051434585157323405008/External-and-internal-egg-quality-characteristics-in-Japanese-quails-of-different-plumage-color-lines.pdf)
- Zhang L. C., Ning Z. H., Xu G. Y., Hou Z. C., & Yang Z. (2005). Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in Brown-Egg Dwarf Layers. *Poultry Science*, 84, 1209-1213. <https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1209>

## Batarya Tipi Kafeslerde Işığın Geliş Açısının Yumurta Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi

İsmail Türker<sup>1</sup> , Serdar Kamanlı<sup>2</sup> , Mehmet Fatih Çelen<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Uşak

<sup>2</sup>Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü, Ankara

<sup>3</sup>Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Uşak

Geliş Tarihi / Received Date: 03.10.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 18.10.2021

### Özet

Araştırma yumurta tavuğu kafes sistemlerinde ışığın geliş açısının tavukların bazı verim özellikleri üzerine etkisini belirlemek üzere yürütülmüştür. Her bir kafes katında tavuk göz seviyesinde ışığın geliş açısı 105°, 110° ve 120° olacak şekilde üç deneme grubu oluşturulmuştur. Araştırmada üç katlı batarya tip bireysel kafes sistemi bulunan bir kümeste, her grupta bireysel olarak barındırılan 30 tavuk olmak üzere 52 haftalık yaşta 90 adet Atak-S ticari kahverengi yumurtacı tavuğu kullanılmıştır. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak 30 tekerrür ile yürütülmüştür. Tavukların 5 haftalık verim süresince yumurta verimi, yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci, ak yüksekliği, sarı yüksekliği ve haugh birimi özellikleri tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi neticesinde yumurta verimi ve sarı yüksekliği özellikleri üzerine ışığın geliş açısının önemli bir etkiye sahip olduğu ( $P<0,05$ ), yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci, ak yüksekliği ve haugh birimi özellikleri üzerine etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ). Sonuç olarak, ışığın geliş açısının yüksek olması ile sarı yüksekliğinin düştüğü belirlenmiş, fakat yumurta verimi ile ışık geliş açısının doğrusal olarak ilişkilendirilemeyeceği kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** ışık, açı, yumurta verimi, yumurta kalitesi, kafes

## The Effect of Light Incidence Angle on Egg Production and Quality in Battery Type Cages

### Abstract

The research was carried out to determine the effect of the light incidence angle on some characteristics of hens in laying cage systems. In each cage, 3 groups of 1050, 1100 and 1200 were formed according to the light incidence angle at the chicken eye level. In the study, total of 90 Atak-S commercial brown layer hens at 52 weeks of age (30 hens in each group) were used individually in a three-floor battery type individual cage system. The research was carried out in a completely randomized design with 30 replications. Egg production, egg weight, shape index, shell thickness, shell break strength, white height, yolk height and haugh unit characteristics were determined during the 5-week of laying period. As a result of the evaluation of the data obtained in the research, it was determined that the light incidence angle had a significant effect on egg production and egg yolk height ( $P<0.05$ ). However, there was no significant effect on egg weight, shape index, shell thickness, shell break strength, white height and haugh unit characteristics ( $P>0.05$ ). As a result, it was concluded that the height of the yolk decreased with the high angle of light incidence, and the egg production and light incidence angle could not be correlated linearly.

**Keywords:** light, angle, egg production, egg quality, cage

## Giriş

Işığın başta tavuklar olmak üzere tüm kanatlı hayvanlarda ortaya çıkardığı etkileri inceleyen araştırmalar 19. yüzyılda Amerikalı fizikçi Waldorf'un öncülüğünde başlamış olup, günümüzde hala sürmektedir. Kanatlı hayvanlarda çevreden gelen ışık pineal ve retinal reseptörlerle alınıp beyindeki hipotalamusu etkiler. Buradan salgılanan hormon uyarıcı faktörleri, hipofizin anterior lobunu aktive ederek, folikül uyarıcı hormonun (FSH) salgılanmasını sağlar. FSH yumurtalıktaki folikülleri geliştirir ve buradan salgılanan östrojen hormonunu kontrol eder. Foliküller tam olgunlaşınca hipofizden LH hormonu salgılanır. Olgunlaşmış folikül ovulasyona uğrayarak infundibulumu düşer. Boşalan folikülden salgılanan progesteron hormonu hipofiz bezini etkileyerek daha fazla LH salınımını engeller. Böylece yumurta kanalındaki bir yumurta yumurtlanmadan yeni bir ovulasyon olması engellenir (Durmuş vd., 2004).

Işığın yumurtlama periyodunda olduğu kadar yumurtlama öncesi dönemde de önemli fizyolojik etkilere sahip olduğu (Christmas vd., 1996); Leeson ve Lewis'e (2004) atfen Yıldırım vd. (2008) tarafından bildirilmiştir. Işık şiddetinin tavukların fizyolojik ihtiyaçlarını karşılamadan daha ziyade tavukların yeterince denetimi ve onlar için uygun bir ortam sağlamak için seçilmesinin uygun olduğu bildirilmiştir (Morris, 1994). Darre ve Rock (1995) tavukların fizyolojik ışık ihtiyacının yaklaşık olarak 3 lüks, Levis vd. (1999) ise tavukların fotoperiyodik mekanizmanın beyaz ışıkla uyarılması için ışık şiddetinin 0,9-1,7 lüks arasında olmasının yeterli olacağını belirtmişlerdir. Bununla birlikte tavuklarda ışık şiddetinin yanında ışık rengi, kaynağı, düzgün olarak dağılımı ve uygulanan aydınlatma programları da verim üzerinde etkili olmaktadır.

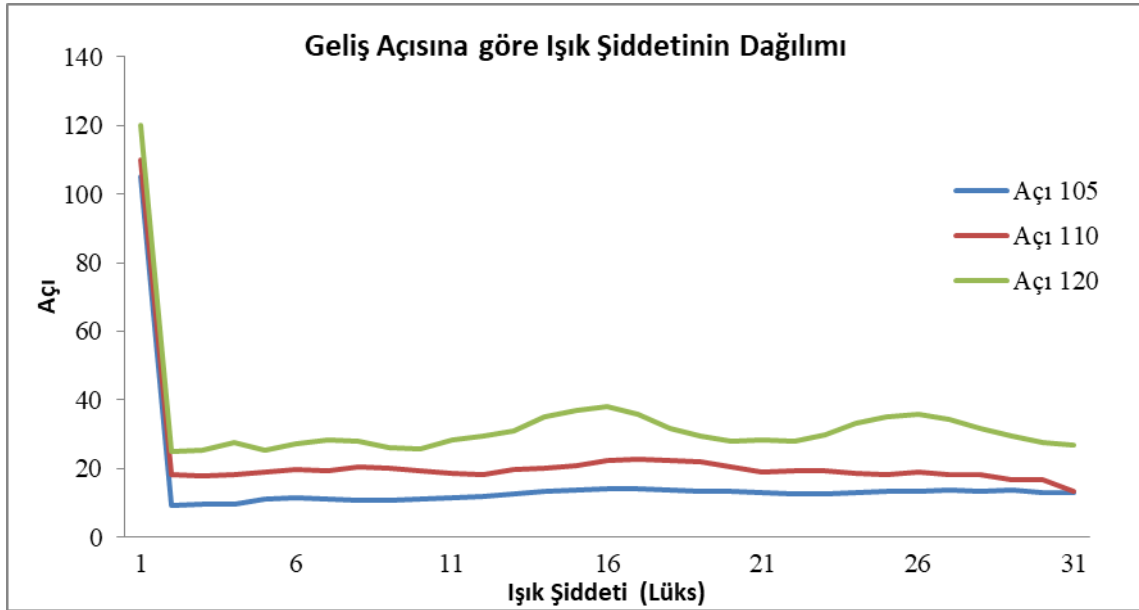
Yumurta tavukçuluğu büyük oranda kafes sistemli kümeslerde yapılmaktadır. Her ne kadar tüm kafes katlarında aydınlatma, havalandırma ve ısıtma gibi tüm çevre faktörleri homojen olarak kümes içerisinde sağlamaya çalışılsa da kafes katı sayısının artmasıyla bu durumun zor olduğu bilinmektedir. Konuyla ilgili olarak yapılan değişik araştırmalarda kafes katları ve kafes konumları arasında bazı verim özellikleri arasında önemli farklılık bulunduğu bildirilmiştir (Bougon vd., 1986; Hemsworth ve Barnett, 1989; Jackson ve Waldroup, 1987; Kılıç ve Şimşek, 2006; Vits vd., 2006; Yetişir ve Sarıca, 2004).

Aydınlatma programları ve ışığın tavuklar üzerinde etkisi üzerinde araştırmalar devam etmektedir. Gelişen teknolojilerle birlikte tavuklarda uygun aydınlatma programları ve ışık kaynağı konumunun belirlenmesi üzerine araştırmalar sürmektedir. Bu çalışmanın amacı ışığın tavukların göz hizasına geliş açısının yumurta verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırmada 52 haftalık yaştaki 90 adet ATAK-S kahverengi yumurtacı tavukları kullanılmıştır. Tavukların beslenmesinde Tablo 1' de besin madde kompozisyonu verilen, (0-3 hafta yumurta civciv yemi, 4-10. hafta piliç büyütme yemi, 11-16. hafta piliç geliştirme yemi, 17-40. hafta yumurta tavuğu 1. dönem yemi ve 41-57 hafta yumurta tavuğu 2. dönem yemi) yemi kullanılmıştır.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine uygun şekilde, batarya tip 3 katlı taban alanı 1200 cm<sup>2</sup> olan bireysel kafeslerde ve 30 tekerrürlü olarak 5 hafta süreyle yürütülmüştür. Her kafes katı grup olarak ve kafeslere bireysel olarak yerleştirilen her bir tavuk tekerrür olarak ele alınmıştır. Kafes katlarına hayvanın göz seviyesi ve ışık kaynağı arasındaki açı ve ışık şiddeti lüksmetre ile ölçülerek aşağıda belirtilen deneme grupları oluşturulmuştur. Gruplarda ışık şiddetinin dağılım grafiği Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Geliş Açısına Göre Işık Şiddetinin Dağılımı

1. grup: Işık geliş açısı  $105^{\circ}$  kafes birinci katı (ışık şiddeti  $\square 3,9$  lüks)
2. grup: Işık geliş açısı  $110^{\circ}$  kafes ikinci katı (ışık şiddeti  $\square 14,0$  lüks)
3. grup: Işık geliş açısı  $120^{\circ}$  kafes üçüncü katı (ışık şiddeti  $\square 24,7$  lüks)

Araştırma süresince aşağıda belirtilen verim ve yumurta kalite özellikleri tespit edilmiştir. Her gruptan aynı gün toplanan yumurtalar oda sıcaklığında ve %75 nemli ortamda 24 saat bekletildikten sonra yumurta kalite özellikleri belirlenmiştir.

Yumurta verimi (adet): Her bir grupta bireysel kafeslerde bulunan 30'ar adet tavuğun verimleri belirlenerek adet yumurta verimi olarak hesaplanmıştır.

Yumurta ağırlığı (g): Her bir grupta bulunan tavuklardan elde edilen yumurtalar toplanmış ve 0,01 gram hassasiyetindeki terazi ile belirlenmiştir.

Şekil İndeksi: Yumurtanın en ve boy uzunlukları kumpas yardımıyla ölçülerek (en/boy) \*100 formülü ile hesaplanmıştır.

Kabuk Kırılma Direnci (N): Kabuk kırılma direnci ölçüm aleti yardımıyla ( $\text{Newton/cm}^2$ ) olarak belirlenmiştir.

Kabuk Kalınlığı (mm): Mikrometre yardımıyla mm olarak belirlenmiştir.

Sarı Yüksekliği (mm): Üçayaklı mikrometre yardımıyla mm olarak tespit edilmiştir.

Ak Yüksekliği (mm): Üçayaklı mikrometre yardımıyla mm olarak tespit edilmiştir.

Haugh Birimi: Yumurta ağırlığı ve ak yüksekliğinden yararlanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$\text{Haugh birimi} = 100 \log (H + 7,57 - 1,7G^{0,37})$$

H = Ak yüksekliği (mm)

G = Yumurta ağırlığı (g)

İstatistik Analiz: Araştırmada elde edilen verilerin dağılım kontrolü Kolmogorov-Smirnov testi ile yapılmıştır. Varsayımları yerine getiren özelliklerin değerlendirilmesinde tekyönlü varyans analizi (one-way ANOVA), aralarında farklılık bulunan grupların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



**Tablo 1.** Yem Materyali Besin Madde Kompozisyonu

Temel besin maddeleri	0–3 hafta civciv yemi	4–10 hafta piliç büyütme yemi	11–16 hafta piliç geliştirme yemi	17–40 hafta yumurta tavuğu 1. dönem yemi	41–58 hafta yumurta tavuğu 2. dönem yemi
Kuru madde, en az (%)	88	88	88	88	88
Ham kül, en çok (%)	8	8	8	8	8
Ham protein, en az (%)	19	18	16	18	17
Metabolik enerji, en az (kcal/kg)	2900	2800	2700	2800	2700
Kalsiyum, en az-en çok (%)	1-1,2	1-1,1	0,9-1	3,5-4	3,8-4,2
Yararlanılabilir fosfor en az (%)	0,45	0,42	0,40	0,40	0,37
Lisin, en az (%)	1,15	0,98	0,72	0,75	0,75
Metionin, en az (%)	0,55	0,47	0,35	0,47	0,42
Metionin+sistin, en az (%)	0,85	0,76	0,58	0,78	0,72
Triptofan, en az (%)	0,20	0,19	0,17	0,20	0,19
Tuz, en az-en çok (%)	0,35-0,50	0,35-0,50	0,35-0,50	0,35-0,50	0,35-0,50
Ham selüloz, en çok (%)	4,5	5	6	6	6
Linoleik asit, en az (%)	1,5	1,25	1,0	1,7	1,5
A vitamini (IU/kg)	13 000	13 000	10 000	12 000	12 000
D <sub>3</sub> vitamini (IU/kg)	3 000	3 000	2 000	2 500	2 500
E vitamini (mg/kg)	20	20	20	20	20
K <sub>3</sub> vitamini (mg/kg)	2	2	2	2	2
B <sub>2</sub> vitamini (mg/kg)	5	5	5	5	5
B <sub>12</sub> vitamini (mg/kg)	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Niasin (mg/kg)	60	60	30	25	25
Mangan (mg/kg)	100	100	100	60	60
Çinko (mg/kg)	70	70	70	40	40
Demir (mg/kg)	40	40	40	40	40
Bakır (mg/kg)	7	7	7	7	7
Selenyum (mg/kg)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kobalt (mg/kg)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

## Bulgular ve Tartışma

Araştırma verilerinin değerlendirilmesi neticesinde elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Araştırmada üzerinde durulan özelliklerden yumurta verimi ve sarı yüksekliği bakımından gruplar arasında önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Yumurta şekil indeksi, ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci, ak yüksekliği ve haugh birimi bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir ( $P>0,05$ ).

**Tablo 2.** Yumurta verimi ve kalitesine ait araştırma bulguları

Gruplar	Yumurta verimi (adet)	Şekil indeksi	Yumurt a ağırlığı (g)	Kabuk kalınlığı (mm)	Kabuk kırılma direnci (N)	Ak yüksekliği (mm)	Sarı yüksekliği (mm)	Haugh birimi
1 grup (Işık açısı $105^{\circ}$ )	29,00±0,8 4 <sup>ab</sup>	75,33±0,36	64,23±1,34	0,32±0,00 5	35,26±1,9 7	7,92±0,39	11,94±0,0 8 <sup>a</sup>	87,32±2,1 2
2. grup (Işık açısı $110^{\circ}$ )	27,20±0,7 2 <sup>b</sup>	75,105±0,5 4	63,45±1,20	0,33±0,00 6	32,11±1,9 7	7,55±0,26	11,96±0,1 0 <sup>a</sup>	86,50±1,8 6
3. grup (Işık açısı $120^{\circ}$ )	29,73±0,3 5 <sup>a</sup>	75,588±0,4 9	66,44±1,34	0,32±0,00 6	29,74±2,0 1	7,89±0,30	11,56±0,1 2 <sup>b</sup>	86,69±1,9 1

<sup>ab</sup> Değişik harflerle ifade edilen gruplar arasındaki farklılık önemlidir ( $P<0,05$ ).

Yumurta verimi dikkate alındığında 3. grup 2. gruptan daha yüksek yumurta verimine sahip olmuştur. Bir ile üçüncü gruptaki hayvanların yumurta verimleri birbirine benzerlik göstermiştir. Burada dikkati çeken husus ışık geliş açısı farklı olan ( $105^{\circ}$ - $120^{\circ}$ ) gruplar arasında yumurta verimlerinin benzerlik gösterip ışık açısı  $110^{\circ}$  olan 2. grupta düşük olmasıdır. Araştırmadan elde edilen bu sonuç ışık geliş açısı ve buna bağlı olarak ışık şiddeti ile yumurta verimi arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığını, ortaya çıkan farklılıklara havalandırma gibi başka faktörlerin etkili olabileceğini ortaya koymaktadır. Üç katlı kafeslerde ikinci kat orta kısımda yer aldığı için kafesin diğer kısımları kadar havalandırma yapılamamaktadır.

Bu durum ışık şiddetinin tavukların fizyolojik ihtiyaçlarını karşılamadan daha ziyade tavukların yeterince denetimi ve onlar için uygun bir ortam sağlamak için seçilmesini tavsiye eden Morris (1994), tavukların fizyolojik ışık ihtiyacının yaklaşık olarak 3 lüks olmasını bildiren Darre ve Rock (1995) fotoperiyodik mekanizmanın beyaz ışıkla uyarılması için ışık şiddetinin 0,9-1,7 lüks arasında olmasının yeterli olacağını belirten Levis vd.’nin (1999) bildirimleri ve kafes katları arasında yumurta verimi bakımından farklılık bulunmadığını belirten Durmuş ve Kamanlı’nın (2012) bulguları ile benzerlik göstermektedir. Ancak Yıldırım vd. (2008) kafes katları arasında yumurta verimi bakımından farklılık bulunduğunu belirterek, yüksek ışık şiddeti yüksek olan grubun yumurta verimi bakımından diğerlerinden düşük olduğunu bildirmiştir. Bu durumda ışık şiddetinin düşük olmasından daha ziyade çok yüksek olmasının olumsuz etkileri üzerinde durulmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada üzerinde durulan özelliklerden şekil indeksi, yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci ve haugh birimi gibi özelliklerin ışığın geliş açısı ve buna mukabil ışık şiddetinden etkilenmediği görülmektedir. Yıldırım vd. (2008) kafes katları bakımından yumurta ağırlığı ve şekil indeksi arasında farklılık bulunmadığı yönündeki bulguları ile araştırma bulguları benzerlik göstermektedir. Ancak aynı araştırmacıların yumurta kabuk kırılma direnci ve ak indeksi bakımından daha az ışık şiddetine maruz kalan kafesin alt katlarındaki tavuklardan elde edilen yumurtaların kabuk kırılma direnci ve ak indeksi bakımından daha yüksek değere sahip olduğunu belirten bulguları ile çelişmektedir. Ancak burada söz konusu araştırma 4 katlı kafeslerde yapılmış ve 1. kattaki ışık şiddeti 68,08 lüks, ikinci katta 41,68 lüks gibi yüksek bir ışık şiddetinin bulunduğu dikkate alınması gerekmektedir. Araştırmada bu gruplardan elde edilen yumurtaların kabuk kırılma direnci ve ak

indeksi değerlerinin diğer gruplardan (ışık şiddeti 31,54 ve 22,08 lüks) düşük olduğu görülmektedir. Bu durum yüksek ışık şiddetinin olumsuz bir etkisi olarak değerlendirilebilir.

Araştırmada sarı yüksekliği bakımından gruplar arasında ışık şiddetine bağlı olarak yüksek ışık şiddetine maruz kalan (24,7 lüks) 3.gruptaki tavuklardan elde edilen yumurtaların ak yüksekliği diğer gruplardan daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni olarak yüksek ışık şiddetinin ovulasyonun daha erken olması yönünde etkili olduğunu söylemek mümkündür. Bu tür yumurtalarda ak/sarı oranı ve ağırlığının tespit edilerek ışık etkisinin net olarak ortaya konulmasında fayda bulunmaktadır. Gruplar arasında yumurta ağırlığı ve ak yüksekliği bakımından farklılık oluşmaması haugh birimi bakımından da farklılık oluşmamasına yol açmıştır. Haugh birimi yumurta ağırlığı ve ak yüksekliğinin logaritmik bir ifadesi olduğu için matematiksel olarak da beklenen sonuç bu yöndedir.

### Sonuç ve Öneriler

Yumurta tavukçuluğu büyük oranda kafes sistem kümeslerde yapılmaktadır. Bu kümeslerde başta ışık ve havalandırma olmak üzere verim üzerinde etki eden faktörler homojen olarak sağlanılamamaktadır. Bunların etkisi ile yumurta üretiminde aynı genotip kullanılsa bile bir örnek yumurta üretim oranı düşmektedir. Işık şiddeti de tavukların verimleri üzerine etkili faktörlerden biridir. Bu nedenle ışık şiddetinin tavukların fizyolojisini olumsuz etkilemeyecek düzeyde tutulması önemlidir. Araştırmalardan elde edilen sonuçlar düşük ışık şiddetinden daha ziyade yüksek olması ile olumsuz etkilerin ortaya çıktığını göstermektedir. Araştırmada ışığın geliş açısının tavukların bazı verim özellikleri üzerine etkili olduğu belirlenmiş olup, ışık şiddeti ve buna etkili olan ışık kaynağı-hayvan mesafesi, ışık kaynağı açısı-hayvan konumu, kullanılan lambalar ve kafes katları sayısı gibi faktörlerin etkisinin minimum düzeye indirilerek mümkün olduğunca homojen ışık şiddeti sağlanacak kafes sistemlerinin geliştirilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

### Yazar Katkısı

*İsmail Türker*, deneysel ortamını hazırlandı ve deneysel süreci takip etti. *Serdar Kamanlı*, verilerin toplanması işlemini gerçekleştirdi. *Mehmet Fatih Çelen*, istatistik analizleri yaptı. Yazarlar makaleyi birlikte yazdı, okudu ve onayladı.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

### ORCID

*İsmail Türker*  <https://orcid.org/0000-0003-3125-6810>

*Serdar Kamanlı*  <https://orcid.org/0000-0003-1936-7550>

*Mehmet Fatih Çelen*  <https://orcid.org/0000-0002-2513-3980>

### Kaynaklar

Bougon, M., Protais, J. ve Menec, M. (1986). Variation in laying performance and egg quality as a function of cage tier in the battery. *Bulletin D'information Station Experimentale d'Aviculture de Ploufragen*, 26(1), 17-18.  
<https://2efa0c5cc9999d30115bf9a8d336ac32ce0c5788.vetisonline.com/cabdirect/abstract/198>

[60100415?q=\(. +Variation+in+laying+performance+and+egg+quality+as+a+function+of+cage+tier+in+the+battery\)](https://doi.org/10.1093/japr/5.2.173)

- Christmas, R. B., Harms, R. H. ve Sloan, D. R. (1996). Effect of light stimulation on pullets. *Journal of Applied Poultry Research*, 5, 173–179. <https://doi.org/10.1093/japr/5.2.173>
- Darre, M. J. ve Rock, J. S. (1995). Compact fluorescent lamps under commercial poultry house conditions. *Journal of Applied Poultry Research*, 4, 105-108. <https://doi.org/10.1093/japr/4.1.105>
- Durmuş, İ., Karaçay, N. ve Kamanlı, S. (2004). Yumurta tavuklarında ışığın fizyolojik etkisi ve aydınlatma programları. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 342, 28-31. <https://docplayer.biz.tr/11452818-Yumurta-tavuklarında-ışığın-fizyolojik-etkisi-ve-aydınlatma-programları.html>
- Durmuş, İ. ve Kamanlı, S. (2012). Yumurtacı tavuklarda kafes katlarının bazı verim özelliklerine etkisi ile verimler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 1(2), 77-82. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/114472>
- Hemsworth, P. H. ve Barnett, J. L. (1989). Relationships between fear of humans, productivity and cage position of laying hens. *British Poultry Science*, 30(3), 505-508. <https://doi.org/10.1080/00071668908417175>
- Jackson, M. E. ve Waldroup, P. W. (1987). Effect of cage level (tier) on performance of white leghorn chickens. *Poultry Science*, 66(5), 907-909. <https://doi.org/10.3382/ps.0660907>
- Kılıç, İ. ve Şimşek, E. (2006). Bursa bölgesinde bir yumurta tavuğu kümesinin yapı içi iklimsel çevre koşullarının yumurta iç ve dış kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 31-38. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/issue/16750/174146>
- Leeson, S. ve Lewis, P. D. (2004). Changes in light intensity during the rearing period can influence egg production in domestic fowl. *British Poultry Science*, 45(3), 316–319. <https://doi.org/10.1080/00071660410001730806>
- Lewis, P. D., Morris, T. R. ve Perry, G. C. (1999). Light intensity and age at first egg in pullets. *Poultry Science*, 78(8), 1227-1231. <https://doi.org/10.1093/ps/78.8.1227>
- Morris, T. R. (1994). Lighting for Layers: What we know and what we need to know. *World's Poultry Science Journal*, 50(3), 83-287. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB19960072744>
- Vits, A., Weitzenburger, D., Hamann, H. ve Distl, O. (2006). Influence of different tiers in furnished cages and small group system on production traits, mortality, egg quality, bone strength, claw length and keel bone deformities. *Archiv für Geflügelkunde*, 70(4), 145-154. <https://doi.org/10.1080/00071660500303206>
- Yetişir, R. ve Sarıca, M. (2004). Türkoğlu, M. ve Sarıca, M. (Ed.), Tavukçuluk bilimi yetiştirme, besleme ve hastalıklar (279-329) içinde. Bey Ofset Matbaacılık, 2. Baskı.
- Yıldırım, İ., Parlat, S. S., Aygün, A. ve Yetişir, R. (2008). Apartman tipi kafeste uygulanan askılı aydınlatma sisteminin kahverengi yumurtacı hibritlerin performans, yumurta kalite özellikleri ve stres düzeyine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(44), 7-11. <http://sjafs.selcuk.edu.tr/sjafs/article/view/288>

## 'Eşme' Ayva Çeşidinin Biyokimyasal Özelliklerine Farklı Kurutma Yöntemlerinin Etkisi

Orhan Karakaya<sup>1</sup> , Mehmet Fikret Balta<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sakarya

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 09.07.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 09.08.2021

### Özet

Çalışma, 'Eşme' ayva çeşidinin L\*, a\*, b\*, pH, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayva dilimlerinde kurutma işlemi doğal, etüv ve mikrodalga fırında olmak üzere 3 yöntemle gerçekleştirilmiştir. Kurutma yöntemlerine göre, suda çözünebilir kuru madde içeriği %43.47 (mikrodalga fırın)-%54.07 (etüv), titre edilebilir asitlik %0.25 (doğal ve etüv)-0.26 (mikrodalga fırın), C vitamini içeriği 43.67 (etüv)-57.37 (mikrodalga fırın) mg 100 g<sup>-1</sup>, toplam fenolik 424.6 (mikrodalga fırın)-610.9 (doğal) mg 100 g<sup>-1</sup>, toplam flavonoid 103.7 (mikrodalga fırın)-201.7 (etüv) mg 100 g<sup>-1</sup>, antioksidan aktivitesi 1.07 (mikrodalga fırın)-1.87 (doğal) mmol 100 g<sup>-1</sup> (DPPH testine göre) ve 2.45 (mikrodalga fırın)-5.57 (doğal) mmol 100 g<sup>-1</sup> (FRAP testine göre) arasında belirlenmiştir. Bunun yanında, renk özellikleri ile bazı biyokimyasal özellikler arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Sonuç olarak, doğal kurutma yönteminin insan sağlığını teşvik eden fenolikler ve antioksidanlar üzerine olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ayva, kurutma, C vitamini, fenolik, antioksidan

## Effect of Different Drying Methods on Biochemical Properties of 'Eşme' Quince Cultivar

### Abstract

The study was performed to determine of different drying methods on L\*, a\*, b\*, pH, soluble solids content, titratable acidity, vitamin C, total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity of 'Eşme' quince cultivar. Drying process in quince slices was performed according to natural, drying oven and microwave oven methods. According to drying methods, soluble solids content, titratable acidity, vitamin C, total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity was determined from 43.47% (microwave oven) to 54.07% (drying oven), 0.25% (natural and drying oven) to 0.26% (microwave oven), 43.67 mg 100 g<sup>-1</sup> (drying oven) to 57.37 (microwave oven) mg 100 g<sup>-1</sup>, 424.6 mg 100 g<sup>-1</sup> (microwave oven) to 610.9 (natural) mg 100 g<sup>-1</sup>, 103.7 (microwave oven) mg 100 g<sup>-1</sup> to 201.7 (drying oven) mg 100 g<sup>-1</sup>, 1.07 mmol 100 g<sup>-1</sup> (microwave oven) to 1.87 (natural) mmol 100 g<sup>-1</sup> and 2.45 mmol 100 g<sup>-1</sup> (microwave oven) to 5.57 (natural) mmol 100 g<sup>-1</sup>, respectively. Besides, significant relations was determined between color characteristics and some biochemical properties. As a conclusion, it was determined that positive effect on phenolics ve antioxidants that promote human health of natural drying method.

**Keywords:** quince, drying, vitamin C, phenolics, antioxidant

## Giriş

Ayva (*Cydonia oblonga*), Rosaceae familyasının *Cydonia* cinsi içinde yer alan yumuşak çekirdekli bir meyve türüdür. Ülkemiz ayvanın anavatanları arasında yer almakta olup, önemli bir ayva üreticisidir (Özçağırın vd., 2014). Ülkemiz 176.479 ton ayva üretimi ile dünyada lider konumdadır. Dünya ayva üretimi bakımından ülkemizi 118.593 ton ile Çin, 76.865 ton ile Özbekistan ve 76.508 ton ile İran takip etmektedir (FAO, 2020).

Ayva yetiştiriciliği açısından avantajlı bir ekolojiye sahip olan ülkemizde, 10 ile 1000 m arasındaki yüksekliklerde hemen her bölgede ayva yetişmektedir. Ayva, ülkemizde bazı bölgelerde kapama bahçeler halinde, birçok yerde ise sınır ağacı olarak veya diğer meyve türleri ile karışık olarak yetiştirilir (Ercan ve Özkarakaş, 2005). Ayva üretim miktarımız her geçen yıl artış göstermektedir. Ülkemiz ayva üretimi 180.542 ton olup, üretim miktarı bakımından Sakarya (102.004 t) ilk sırada yer almaktadır. Bu ilimizi Bursa (15.049 t), Denizli (6.737 t) ve Bilecik (6.568 t) illeri takip etmektedir (TUİK, 2020).

Ayva meyvesi buruk, asitli ve sert bir yapıya sahip olması nedeniyle genellikle marmelat, jöle, reçel, püre, meyve suyu ve gıda katkı maddesi olarak kullanılır (Antoniewska vd., 2017; Sharma vd., 2011; Silva vd., 2006). Düşük yağ içeriğine sahip olan ayva, vitaminler, mineral maddeler, organik asitler, proteinler, karbonhidratlar, aminoasitler ve lifler bakımından zengindir (Ali vd., 2015; Rodriguez-Guisado vd., 2009). Bunun yanında, ayva antioksidanlar ve fenolik maddelerce zengindir (Grygorieva vd., 2020; Legua vd., 2013). Ayva bu özelliklerinden dolayı egzama (Shinomiya vd., 2009), kanser (Carvalho vd., 2010) ve ülser (Hamauzu vd., 2006) gibi hastalıklara karşı koruyucu, kalp ve beyini güçlendirici bir etkiye sahiptir (Fattouch vd., 2007; Legua vd., 2013; Shinomiya vd., 2009).

Son yıllarda, tüketicilerin işlenmiş meyve ürünlerine olan talebi artmıştır (Szychowski vd., 2018). Bu bağlamda, özellikle biyokimyasal içeriği yüksek kurutulmuş atıştırmalık ürünler daha çok tercih edilmektedir (Turkiewicz vd., 2019). Kurutma, meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için en yaygın kullanılan bir yöntemdir. Kurutma, meyve ve sebzelerin nem içeriğini azaltmak, ürünleri etkili korumak ve uzun süreyle depolamak amacıyla kullanılır. Bunun yanında kurutma uygulaması ile depolama süresince mikroorganizma gelişiminin önlenmesi amaçlanır (Tzempelikos vd., 2014; Wojdylo vd., 2016).

Tüketici tercihleri ve kurutulmuş ürünün kalitesi göz önünde bulundurulduğunda, kullanılacak olan kurutma yönteminin, üründeki biyokimyasal bileşiklerin miktarını maksimum düzeyde tutması ve taze meyveye kıyasla renk, tat ve aroma özelliklerini çok fazla etkilememesi istenir (Turkiewicz vd., 2019). Meyve ve sebzelerin kurutulması amacıyla doğal kurutma yönteminin yanında, farklı kaynaklardan elde edilen ısı yardımıyla da kurutma işlemi (mikrodalga, dondurarak, konvektif) yapılmaktadır (Figiel vd., 2010; Huang vd., 2009).

Bu çalışma, farklı kurutma yöntemlerinin 'Eşme' ayva çeşidinin renk ve biyokimyasal özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmanın materyalini Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Arazisinde yetiştirilen Eşme çeşidine ait meyveler oluşturmuştur. Meyvelerde hasat işlemi Ekim ayının ilk haftasında yapılmıştır. Eşme ayva çeşidinin meyveleri yuvarlak, orta-iri, sarımsı limon renginde, gevrek, az kumlu, sulu ve mayhoş bir yapıya sahiptir (Soylu, 1997).

### Yöntem

Hasat edilen meyvelerde yıkama işleminden sonra paslanmaz bir bıçak yardımıyla kabukları soyulmuş ve meyve eti 5 mm kalınlığında olacak şekilde dilimlenmiştir. Ayva dilimlerinde kurutma işlemi doğal (gölge ortamda), etüv ve mikrodalga fırında olmak üzere 3 yönteme göre yapılmıştır. Dilimlenen ayva örneklerinde kurutma işlemi etüvde (Ecocell, Almanya) 65°C'de, mikrodalga fırında (Siemens, Almanya)

ise 360 W güç seviyesi kullanılarak yapılmıştır. Ayva dilimlerinin nem içeriği %12 oluncaya kadar kurutulmuştur (Çelen ve Kuş, 2016). Ayva meyvesinin ilk nem içeriği, örneklerin etüvde 70°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmasıyla belirlenmiştir. Kurutulan ayva örneklerinde renk özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ), pH, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA), C vitamini, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre) incelenmiştir. Biyokimyasal özelliklerin incelenmesi amacıyla kurutulan ayva örnekleri elektrikli el blenderi yardımıyla öğütülmüştür.

#### ***L\*, a\* ve b\****

Kurutulmuş ayva dilimlerinde renk özellikleri bir renk ölçer (Minolta, CR-400, Japonya) vasıtasıyla belirlenmiştir.

#### ***pH, Suda Çözünabilir Kuru Madde (%) ve Titre Edilebilir Asitlik (%)***

Kurutulmuş ayva örnekleri saf su ile sulandırıldıktan sonra, elde edilen meyve suyunda pH değeri dijital pH metre (Hanna, HI4221, ABD) ve suda çözünebilir kuru madde içeriği dijital refraktrometre (Atago, PAL-1, ABD) kullanılarak tespit edilmiştir. Titre edilebilir asitlik ise meyve suyunun saf su ile seyreltilmesi (1:1) ve elde edilen çözeltinin pH değerinin 8.1'e gelinceye kadar NaOH ile titre edilmesi sonucunda belirlenmiştir.

#### ***C Vitamini (mg 100 g<sup>-1</sup>)***

Kurutulmuş ayva örnekleri saf su ile sulandırıldıktan sonra, elde edilen meyve suyunda C vitamini içeriği reflektometre (RQ flex, Plus 10, Merck, Almanya) yardımıyla tespit edilmiştir.

#### ***Toplam Fenolik (mg 100 g<sup>-1</sup>)***

Toplam fenolik içeriği spektrofotometrede (Shimadzu, UVmini-1240, Japonya) 760 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Elde edilen değerler gallik asit cinsinden mg 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir (Beyhan vd., 2010).

#### ***Toplam Flavonoid (mg 100 g<sup>-1</sup>)***

Toplam flavonoid içeriği spektrofotometrede 415 nm dalga boyunda tespit edilmiştir. Okunan absorbans değerleri kuersetin cinsinden hesaplanarak, mg 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir (Zhishen vd., 1999).

#### ***Antioksidan Aktivitesi (mmol 100 g<sup>-1</sup>)***

##### *DPPH*

DPPH testine göre antioksidan aktivitesi Blois (1958)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Hazırlanan numuneler spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen değerler torolox cinsinden mmol 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

##### *FRAP*

FRAP testine göre antioksidan aktivitesi Benzie ve Strain (1996)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Hazırlanan numuneler spektrofotometrede 700 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Okunan absorbans değerleri torolox cinsinden hesaplanarak, mmol 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

#### **İstatistiksel Analizler**

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma yöntemine göre %5 önem seviyesinde belirlenmiştir. Temel bileşen analizleri renk ve biyokimyasal özellikler kullanılarak yapılmıştır.



## Bulgular ve Tartışma

Renk ve görünüş bir ürünün kalitesini değerlendirmede kullanılan önemli parametrelerdir. Bu özelliklerde meydana gelen değişimler vitaminler, fenolik bileşikler ve renk maddelerinin bozulmasına neden olmaktadır (Mac-Dougall, 2010). Meyvelerde görülen renk değişimlerinin enzimatik veya enzimatik olmayan kararmalarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Konopacka ve Plochanski, 2001). İncelenen Eşme ayva çeşidinde renk özellikleri bakımından kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre,  $L^*$  değeri 62.28 (mikrodalga fırın)-65.44 (doğal),  $a^*$  değeri 3.34 (mikrodalga fırın)-7.24 (etüv) ve  $b^*$  değeri 40.38 (etüv)-45.61 (mikrodalga fırın) arasında belirlenmiştir (Tablo 1). Ayvada konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde  $L^*$  değeri 67.20 (70°C)-70.30 (50°C),  $a^*$  değeri 4.06 (50°C)-5.69 (70°C) ve  $b^*$  değeri 29.27 (70°C)-31.21 (50°C) ve mikrodalga ile farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde  $L^*$  değeri 67.65 (60°C/120W)-69.08 (70°C/120W),  $a^*$  değeri 4.54 (70°C/120W)-5.15 (60°C/120W) ve  $b^*$  değeri 29.77 (50°C/120W)-30.73 (70°C/120W) arasında belirlemişlerdir. Bunun yanında, kullanılan iki yöntem arasında renk özellikleri bakımından önemli farklılıkların olmadığını bildirmişlerdir (Turkiewicz vd., 2019). Mevcut çalışmada ise renk özellikleri bakımından doğal ve etüv kurutma yöntemleri arasında farklılığın olmadığı, buna karşılık mikrodalga fırın yönteminin bu yöntemlerden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, renk özellikleri bakımından elde edilen bulgular araştırmacıların bulgularıyla büyük oranda benzerlik göstermektedir.

**Tablo 1.** Eşme Ayva Çeşidinde Farklı Kurutma Yöntemlerine Göre  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  Değerleri

Kurutma yöntemleri	$L^*$		$a^*$		$b^*$	
Doğal	65.44±0.35	$a^*$	6.60±0.09	a	40.81±0.59	b
Etüv	64.36±1.15	ab	7.24±0.43	a	40.38±0.82	b
Mikrodalga fırın	62.28±1.41	b	3.34±0.17	b	45.61±1.26	a

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p<0.05$ ).

İncelenen Eşme ayva çeşidinde pH, suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik bakımından kurutma yöntemleri arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, pH değeri 3.69 (mikrodalga fırın)-4.10 (etüv), suda çözünebilir kuru madde %43.47 (mikrodalga fırın)-%54.07 (etüv) ve titre edilebilir asitlik %0.25 (doğal ve etüv)-%0.26 (mikrodalga fırın) arasında tespit edilmiştir (Tablo 2). Ayvada pH, suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik içeriği üzerine kurutma yöntemlerinin etkisinin incelendiği bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

**Tablo 2.** Eşme Ayva Çeşidinde Farklı Kurutma Yöntemlerine Göre pH, Suda Çözünebilir Kuru Madde, Titre Edilebilir Asitlik ve C Vitamini

Kurutma yöntemleri	pH		Suda çözünebilir kuru madde (%)		Titre edilebilir asitlik (%)		C vitamini (mg 100 g <sup>-1</sup> )	
Doğal	3.72±0.03	$b^*$	48.23±1.42	b	0.25±0.004	b	45.17±0.76	b
Etüv	4.10±0.06	a	54.07±1.80	a	0.25±0.005	b	43.67±0.57	b
Mikrodalga fırın	3.69±0.04	b	43.47±1.35	c	0.26±0.004	a	57.37±0.81	a

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p<0.05$ ).

İncelenen Eşme ayva çeşidinde C vitamini içeriği bakımından kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, C vitamini içeriği 43.67 (etüv)-57.37 (mikrodalga fırın) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında tespit edilmiştir (Tablo 2). Ayvada mikrodalga ile farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde 573.8 (50°C/120W)-650.1 (60°C/120W) mg 100 g<sup>-1</sup> ve konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde 600.7 (70°C)-672.3 (50°C) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Turkiewicz vd., 2019). Bunun yanında, dondurularak kurutulmuş ayva örneğinde C vitamini içeriği 10.9 mg 100 g<sup>-1</sup> (Silva vd., 2004) ve 18.0-36.55 mg 100 g<sup>-1</sup> (Yildiz ve Izli, 2019) arasında bildirilmiştir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde sıcaklık arttıkça C vitamini içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Bunun yanında, C vitaminin içeriğinin kurutma yöntemlerine göre farklılık gösterdiği ve konvektif kurutma yönteminde mikrodalga kurutma yöntemine göre C vitamini içeriğinin

daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Turkiewicz vd., 2019). Mevcut çalışmada ise C vitamini içeriği en yüksek mikrodalga fırın uygulamasında belirlenmiştir. Görülen farklılıkların kurutma yöntemleri ve uygulanan sıcaklık derecelerinden kaynaklı olabileceği ifade edilebilir.

Fenolikler, gıdaların fonksiyonel (antioksidan, anti-kanser, anti-alerjik aktiviteleri gibi) ve duyuşal özelliklerine (aroma, tat, lezzet, renk, görünüş vb.) katkı sağlayan sekonder metabolitlerdir (Fernandes vd., 2008). İncelenen Eşme ayva çeşidinde toplam fenolik içeriği bakımından kurutma yöntemleri arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, toplam fenolik içeriği 424.6 (mikrodalga fırın)-610.9 (doğal) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Tablo 3). Toplam fenolik içeriği, etüvde kurutulmuş farklı ayva genotiplerinde 3473-4899 mg 100 g<sup>-1</sup> (Grygorieva vd., 2020) olarak bildirilmiştir. Bunun yanında, ayvada toplam fenolik içeriği konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde yapılan kurutma uygulamasında 51122 (50°C)-53174 (70°C) mg 100 g<sup>-1</sup> (Elmizadeh vd., 2017) ve 3691 (70°C)-6702 (50°C) mg 100 g<sup>-1</sup> (Szychowski vd., 2018), mikrodalga ile farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde 4084 (60°C/120W)-5104 (70°C/120W) mg 100 g<sup>-1</sup> ve konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde 4272 (50°C)-4500 (70°C) mg 100 g<sup>-1</sup> (Turkiewicz vd., 2019) arasında bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde toplam fenolik içeriğinin sıcaklık uygulamalarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bunun yanında, konvektif yöntemle yapılan kurutma uygulamasında mikrodalga kurutma yöntemine göre toplam fenolik içeriğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmada da doğal ve etüv kurutma yöntemlerinde mikrodalga fırın yöntemine göre toplam fenolik içeriği daha yüksek bulunmuştur.

İncelenen Eşme ayva çeşidinde toplam flavonoid içeriği bakımından kurutma yöntemleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, toplam flavonoid içeriği 103.7 (mikrodalga fırın)-201.7 (etüv) mg 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Tablo 3). Etüvde kurutulmuş farklı ayva genotiplerinde toplam flavonoid içeriği 59-107 mg 100 g<sup>-1</sup> arasında bildirilmiştir (Grygorieva vd., 2020). Toplam flavonoid içeriği bakımında elde edilen bulguların Grygorieva vd., (2020)'nin sonuçlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Görülen farklılığın çeşitten, meyvenin olgunluk durumundan, teknik ve kültürel uygulamalardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Meyvelerin antioksidan aktivitesi, içeriğinde bulunan polifenoller, flavonoidler, fenolikler, antosiyaninler, kateşinler, askorbik asit ve beta karoten gibi bileşiklere bağlı olarak değişmektedir. Antioksidanlar, insan sağlığını teşvik eden önemli bileşikler olup, kalp ve sinir sistemi hastalıkları ve kanser riskini azaltması bakımından önemlidir (Karadeniz vd., 2005). İncelenen Eşme ayva çeşidinde antioksidan aktivitesi bakımından kurutma yöntemleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Kurutma yöntemlerine göre, antioksidan aktivitesi DPPH testine göre 1.07 (mikrodalga fırın)-1.87 (doğal) mmol 100 g<sup>-1</sup> ve FRAP testine göre 2.45 (mikrodalga fırın)-5.57 (doğal) mmol 100 g<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Eşme Ayva Çeşidinde Farklı Kurutma Yöntemlerine Göre Toplam Fenolik, Toplam Flavonoid ve Antioksidan Aktivitesi

Kurutma yöntemleri	Toplam fenolik (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Toplam flavonoid (mg 100 g <sup>-1</sup> )	Antioksidan aktivitesi (mmol 100 g <sup>-1</sup> )					
			DPPH		FRAP			
Doğal	610.9±9.58	a*	173.4±4.92	b	1.87±0.01	a	5.57±0.03	a
Etüv	534.8±6.14	b	201.7±3.90	a	1.31±0.02	b	3.10±0.02	b
Mikrodalga fırın	424.6±17.19	c	103.7±4.18	c	1.07±0.01	c	2.45±0.07	c

\* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p<0.05$ ).

Ayvada antioksidan aktivitesi konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde FRAP testine göre 9 (50°C)-15 (60°C) mmol 100 g<sup>-1</sup> (Szychowski vd., 2018), mikrodalga ile farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde FRAP testine göre 10.34 (50°C/120W)-14.03 (70°C/120W) mmol 100 g<sup>-1</sup> ve konvektif yöntemle farklı sıcaklık derecelerinde kurutulmuş örneklerde FRAP testine göre 11.43 (50°C)-13.84 (70°C) mmol 100 g<sup>-1</sup> (Turkiewicz vd., 2019) arasında bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde kurutma sıcaklığı arttıkça antioksidan aktivesinin de arttığı belirlenmiştir. Bunun

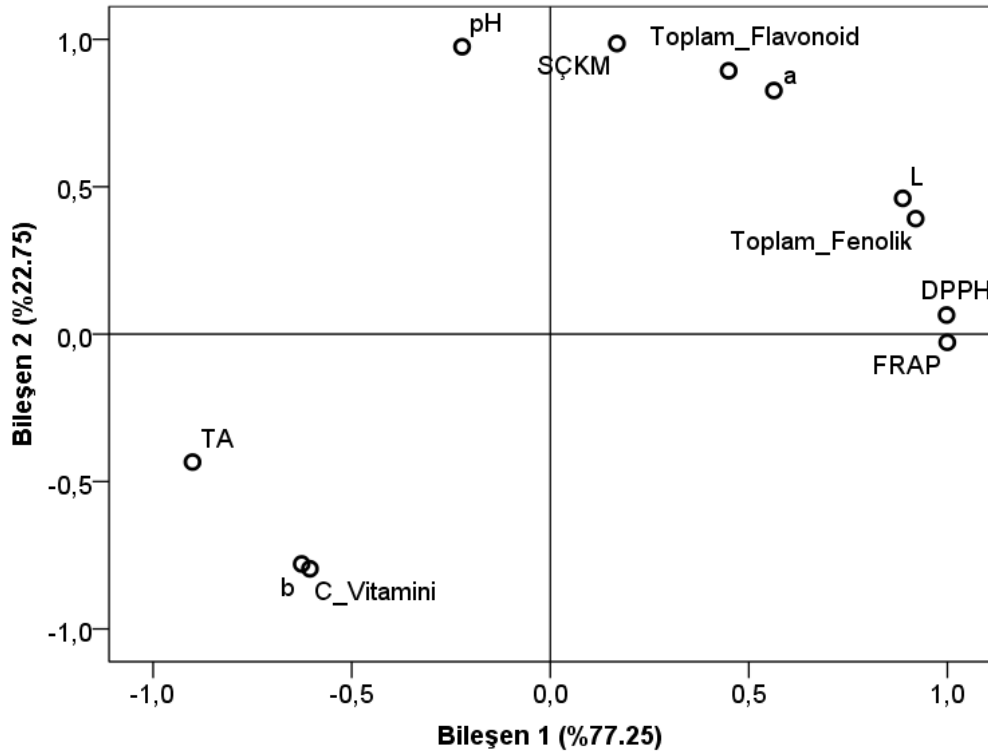
yanında, konvektif kurutma ile mikrodalga kurutma arasında antioksidan aktivitesi bakımından farklılığın olmadığı bildirilmiştir (Turkiewicz vd., 2019). Mevcut çalışmada ise antioksidan aktivitesinin doğal ve etüv kurutma yöntemlerinde mikrodalga fırın yöntemine göre önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Farklılıkların kurutma yöntemleri ve uygulanan sıcaklık derecelerinden kaynaklanabileceği ifade edilebilir.

**Tablo 4.** İncelenen Bazı Renk ve Biyokimyasal Özellikler Arasındaki İlişkiler

	b*	TA	Toplam fenolik	C vitamini
L*	-0.915 <sup>öd</sup>	1.000*	0.997*	-0.904 <sup>öd</sup>
a*	0.997*	0.866 <sup>öd</sup>	0.842 <sup>öd</sup>	0.999*
Toplam Fenolik	-0.881 <sup>öd</sup>	0.999*	-	-0.869 <sup>öd</sup>
C Vitamini	1.000*	0.891 <sup>öd</sup>	-0.869 <sup>öd</sup>	-

öd: önemli değil, \*  $p < 0.05$ .

L\* parametresi ile titre edilebilir asitlik ve toplam fenolik ( $r = 1.00$  ve  $0.997$ ); a\* parametresi ile b\* ve C vitamini ( $r = 0.997$  ve  $0.999$ ); toplam fenolik ile titre edilebilir asitlik ( $r = 0.999$ ); b\* parametresi ile C vitamini ( $r = 1.00$ ) arasında pozitif yönde ve yüksek düzeyde bir ilişki bulunmuştur (Tablo 4).



**Şekil 1.** Farklı Kurutma Yöntemleri Kullanılarak Kurutulan Eşme Ayva Çeşidinin Renk ve Biyokimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkileri Gösteren Temel Bileşen Grafiği

Temel bileşen analizi sonucunda oluşan ilk 2 bileşen, elde edilen verilerin toplam varyasyonunun %100'ünü açıklamıştır. 1. bileşen L\*, titre edilebilir asitlik, toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP) ile ilişkili olup, toplam varyasyonun %77.25'ini açıklamıştır. 2. bileşen a\*, b\*, pH, suda çözünebilir kuru madde, C vitamini ve toplam flavonoid ile ilişkilidir. Bu bileşen elde edilen verilerin toplam varyasyonunun %22.75'ini açıklamıştır (Tablo 5; Şekil 1). Bunun yanında, temel bileşen analizi ile kolerasyon analizi sonuçlarının birbirini desteklediği belirlenmiştir. Nitekim, 1. ve 2. bileşende yer alan özelliklerin kendi aralarında yüksek düzeyde ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4; Tablo 5).

**Tablo 5.** Farklı Kurutma Yöntemleri Kullanılarak Kurutulan Eşme Ayva Çeşidinin Renk ve Biyokimyasal Özelliklerine Ait Temel Bileşen Analizi Sonuçları

Özellikler	Bileşenler	
	1	2
L*	0.888	0.461
Titre edilebilir asitlik	-0.901	-0.434
Toplam fenolik	0.920	0.392
DPPH	0.998	0.065
FRAP	1.000	-0.028
a*	0.563	0.826
b*	-0.626	-0.780
pH	-0.222	0.975
Suda çözünebilir kuru madde miktarı	0.168	0.986
C vitamini	-0.605	-0.796
Toplam flavonoid	0.449	0.894
Eigen değeri	8.50	2.50
Varyans (%)	77.25	22.75
Kümülatif varyans (%)	77.25	100

Faktör yükü 0.77 ve üzeri olanlar değerlendirilmiştir.

### Sonuç

'Eşme' ayva çeşidine ait meyvelerin renk ve biyokimyasal özellikleri üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkisinin incelendiği araştırmada, L\* ve a\* değerleri üzerine doğal ve etüv kurutma yöntemleri, b\* değeri üzerine mikrodalga fırın, suda çözünebilir kuru madde içeriği üzerine etüv ile kurutma, insan sağlığını teşvik eden fenolikler ve antioksidanlar üzerine doğal kurutma, C vitamini içeriği üzerine ise mikrodalga fırın uygulaması diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

### Yazar Katkısı

*Orhan Karakaya*, araştırmanın planlanması, denemelerin kurulması, verilerin değerlendirilmesi, istatistiksel analizler ve makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur. *Mehmet Fikret Balta*, araştırmanın planlanması, verilerin değerlendirilmesi ve makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

### ORCID

*Orhan KARAKAYA*  <https://orcid.org/0000-0003-0783-3120>

*Mehmet Fikret BALTA*  <https://orcid.org/0000-0002-3859-6490>

### Kaynaklar

Ali, N. Y., Abbas, A., Ali, M., Shahnawaz, N., Hussain, A. ve Hussain, A. (2015). Physico-chemical nutritional and sensory evaluation of local quince fruit of nomal village, Gilgit-Baltistan, Pakistan. *International Journal of Nutrition and Food Science*, 4, 600-608. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20150406.11>







- Antoniewska, A., Rutkowska, J. ve Adamska, A. (2017). Charakterystyka owoców pigwowca japońskiego oraz ich zastosowanie w przemyśle spożywczym. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 24(2), 5-15. <https://doi.org/10.15193/ZNTJ/2017/111/181>
- Benzie, I. F. ve Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Beyhan, Ö., Elmastaş, M. ve Gedikli, F. (2010). Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(11), 1065-1072. <https://doi.org/10.5897/JMPR10.008>
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Carvalho, M., Silva, B. M., Silva, R., Valentao, P., Andrade, P. B. ve Bastos, M. L. (2010). First report on *Cydonia oblonga* Miller anticancer potential: Differential antiproliferative effect against human kidney and colon cancer cells. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 58(6), 3366-3370. <https://doi.org/10.1021/jf903836k>
- Çelen, S. ve Serhat, K. (2016). Mikrodalga enerjisinin ayva dilimlerinin kurutulmasına etkisi. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 6(3), 30-40. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/460601>
- Elmizadeh, A., Shahedi, M. ve Hamdami, N. (2017). Comparison of electrohydrodynamic and hot-air drying of the quince slices. *Innovative Food Science ve Emerging Technologies*, 43, 130-135. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.07.030>
- Ercan, N. ve Özkarakaş, İ. (2005). Ege bölgesinden toplanan bazı ayva (*Cydonia vulgaris* Pers.) materyalinin adaptasyonu ve değerlendirilmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 27-42. <https://dergipark.org.tr/en/pub/anadolu/issue/1771/21801>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2021). Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C. I., Angioni, A., Dessi, S., ... ve Cabras, P. (2007). Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 963-969. <https://doi.org/10.1021/jf062614e>
- Fernandes, F. A. Gallão, M. I. ve Rodrigues, S. (2008). Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration. *LWT-Food Science and Technology*, 41(4), 604-610. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.05.007>
- Figiel, A., Szumny, A., Gutiérrez-Ortiz, A. ve Carbonell-Barrachina, Á. A. (2010). Composition of oregano essential oil (*Origanum vulgare*) as affected by drying method. *Journal of Food Engineering*, 98(2), 240-247. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.002>
- Grygorieva, O., Klymenko, S., Vergun, O., Mňahončáková, E., Brindza, J., Terentjeva, M. ve Ivanišová, E. (2020). Evaluation of the antioxidant activity and phenolic content of Chinese quince (*Pseudocydonia sinensis*Schneid.) fruit. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 19(1), 25-36. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2020.0738>
- Hamauzu, Y., Inno, T., Kume, C., Irie, M. ve Hiramatsu, K. (2006). Antioxidant and antiulcerative properties of phenolics from Chinese quince, quince, and apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(3), 765-772. <https://doi.org/10.1021/jf052236y>

- Huang, L. L., Zhang, M., Yan, W. Q., Mujumdar, A. S. ve Sun, D. F. (2009). Effect of coating on post-drying of freeze-dried strawberry pieces. *Journal of Food Engineering*, 92(1), 107-111. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.031>
- Karadeniz, F., Burdurlu, H. S., Koca, N. ve Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4), 297-303. <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-05-29-4/tar-29-4-9-0409-12.pdf>
- Konopacka, D. ve Plochanski, W. J. (2001). Effect of raw material storage time on the quality of apple chips. *Drying Technology*, 19(3-4), 559-570. <https://doi.org/10.1081/DRT-100103934>
- Legua, P., Serrano, M., Melgarejo, P., Valero, D., Martínez, J. J., Martínez, R. ve Hernández, F. (2013). Quality parameters, biocompounds and antioxidant activity in fruits of nine quince (*Cydonia oblonga* Miller) accessions. *Scientia Horticulturae*, 154, 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.02.017>
- MacDougall, D. B. (2010). Colour measurement of food: principles and practice. In *Colour Measurement* (1st, pp. 312-342). Sawston, Cambridge, Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857090195.2.312>
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özekler, E. ve İsfendiyaroğlu, M. (2014). *İlman iklim meyve türleri yumuşak çekirdekli meyveler*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Rodríguez-Guisado, I., Hernández, F., Melgarejo, P., Legua, P., Martínez, R. ve Martínez, J. J. (2009). Chemical, morphological and organoleptical characterisation of five Spanish quince tree clones (*Cydonia oblonga* Miller). *Scientia horticulturae*, 122(3), 491-496. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.06.004>
- Sharma, R., Joshi, V. K. ve Rana, J. C. (2011). Nutritional composition and processed products of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Indian Journal of Natural Products and Resources* 2(3), 354-357. <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/12741/1/IJNPR%202%283%29%20354-357.pdf>
- Shinomiya, F., Hamazu, Y. ve Kawahara, T. (2009). Anti-allergic effect of a hot-water extract of quince (*Cydonia oblonga*). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 73(8), 1773-1778. <https://doi.org/10.1271/bbb.90130>
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Martins, R. C., Seabra, R. M. ve Ferreira, M. A. (2006). Principal component analysis as tool of characterization of quince (*Cydonia oblonga* Miller) jam. *Food Chemistry*, 94(4), 504-512. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.045>
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Valentão, P., Ferreres, F., Seabra, R. M. ve Ferreira, M. A. (2004). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4705-4712. <https://doi.org/10.1021/jf040057v>
- Soylu, A. (1997). *İlman iklim meyveleri-II*. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 72, Bursa.
- Szychowski, P. J., Lech, K., Sendra-Nadal, E., Hernández, F., Figiel, A., Wojdyło, A. ve Carbonell-Barrachina, Á. A. (2018). Kinetics, biocompounds, antioxidant activity, and sensory attributes of quinces as affected by drying method. *Food chemistry*, 255, 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.075>
- Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Lech, K., Tkacz, K. ve Nowicka, P. (2019). Influence of different drying methods on the quality of Japanese quince fruit. *LWT*, 114, 108416. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108416>
- Türkiye İstatistik Kurumu (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92velocale=tr> adresinden alınmıştır.

- Tzempelikos, D. A., Vouros, A. P., Bardakas, A. V., Filios, A. E. ve Margaritis, D. P. (2014). Case studies on the effect of the air drying conditions on the convective drying of quinces. *Case Studies in Thermal Engineering*, 3, 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2014.05.001>
- Wojdyło, A., Figiel, A., Legua, P., Lech, K., Carbonell-Barrachina, Á. A. ve Hernández, F. (2016). Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried jujube fruits as affected by cultivar and drying method. *Food Chemistry*, 207, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.099>
- Yildiz, G. ve Izli, G. (2019). The effect of ultrasound pretreatment on quality attributes of freeze-dried quince slices: Physical properties and bioactive compounds. *Journal of Food Process Engineering*, 42(5), e13223. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13223>
- Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)



## 'Vanda' Kiraz Çeşidinin Fidan Gelişimi Üzerine Bazı Anaçların Etkisi

Mehmet Fikret Balta<sup>1</sup> , Cenk Çelikbaş<sup>1</sup> , Orhan Karakaya<sup>2</sup> , Hüseyin Kırkaya<sup>3</sup> ,  
Sławomir Świerczyński<sup>4</sup> , Magdalena Urbaniak<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

<sup>2</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sakarya

<sup>3</sup>Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Seben İzzet Baysal MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bolu

<sup>4</sup>Poznan Yaşam Bilimleri Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fidan Üretimi, Pomoloji ve Ağaç Bilimi Bölümü, Polonya

Geliş Tarihi / Received Date: 15.07.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 30.08.2021

### Özet

Bu araştırma 'Vanda' kiraz çeşidinin fidan gelişimi üzerine PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçlarının etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Anaçların 'Vanda' kiraz çeşidinde fidan gelişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Genel olarak, 'Vanda' çeşidinin fidan gelişim üzerine Gisela 5 ve PHL-A anaçlarının etkisi benzer olmuştur. Anaçlara bağlı olarak, fidan boyu 125.7 (Gisela 5)-198.8 cm (Colt), kalem gövde çapı 12.8 (Gisela 5)-22.4 mm (Colt), yan dal sayısı 1.1 (PHL-A)-9.9 (Colt), sürgün uzunluğu 21.53 (Gisela 5)-42.63 cm (Colt), fidan yaş ağırlığı 0.5 (Gisela 5)-1.95 kg (Colt), yaprak yaş ağırlığı 145.0 (PHL-A)-323.0 g (Colt), yaprak kuru ağırlığı 56.2 (PHL-A)-117.5 g (Colt) ve yaprak alanı 109 (Gisela 5)-149.7 cm<sup>2</sup> (Colt) arasında belirlenmiştir. Sonuç olarak, 'Vanda' çeşidinde fidan gelişim performansı bakımından Colt anacının daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bunun yanında, Colt anacına göre, Gisela 5 ve PHL-A anaçları üzerine aşıllı fidanlar daha zayıf ve bodur bir gelişim göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** kiraz, fidan boyu, sürgün uzunluğu, yan dal sayısı, yaprak alanı

## The Effect of Some Rootstocks on Growth of 'Vanda' Sweet Cherry Cultivar Nursery

### Abstract

This research was carried out to determine effect of PHL-A, Gisela 5 and Colt rootstocks on nursery growth in 'Vanda' sweet cherry cultivar. The effect of rootstocks on growth of Vanda trees in nursery was found to be significant ( $p<0.05$ ). Generally, the effect of Gisela 5 ve PHL-A rootstocks on nursery growth of 'Vanda' cultivar was similar. Depending on rootstocks, nursery height, scion trunk diameter, number of lateral shoots, shoot length, fresh mass of nursery, fresh weight of leaves, dry weight and leaf area was ranked from 125.7 (Gisela 5) to 198.8 cm (Colt), 12.8 (Gisela 5) to 22.4 mm (Colt), 1.1 (PHL-A) to 9.9 (Colt), 21.53 (Gisela 5) to 42.63 cm (Colt), 0.5 (Gisela 5) to 1.95 kg (Colt), 145.0 (PHL-A) to 323.0 g (Colt), 56.2 (PHL-A) to 117.5 g (Colt) and 109 (Gisela 5) to 149.7 cm<sup>2</sup> (Colt), respectively. Consequently, it has been determined that 'Vanda' cultivar showed more vigor growth on Cold rootstock when compared to Gisela 5 ve PHL-A rootstocks.

**Keywords:** sweet cherry, nursery height, shoot length, number of lateral shoots, leaves area

## Giriş

Kiraz, dünyada ılıman iklime sahip alanlarda yetiştirilen sert çekirdekli bir meyve türüdür. İlkbaharda çok az sayıda meyve türünün olduğu dönemde pazara çıkan kiraz, ekonomik değeri yüksek olan bir türdür. Kiraz meyveleri kendine özgü tadı, rengi ve albenisiyle insanlar tarafından sevilerek tüketilmektedir (Özçağırın vd., 2014).

Meyve yetiştiriciliğinde yüksek verim, erkencilik, kaliteli ürün, ağaç gelişimini kontrol etme, elverişsiz ekolojik koşullara adaptasyon, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık açısından anaçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Anaçların üzerine aşılı çeşidin gelişimini kontrol etmesi, son yıllarda birçok ülkede birim alandan yüksek verim alınan yoğun dikim sistemlerine olan ilgiyi artırmıştır. Birçok meyve türünde olduğu gibi kiraz yetiştiriciliğinde de yoğun dikim sistemlerine uygun bodur ve yarı bodur anaçların kullanımı hızla artmaktadır (Long vd., 2015; Lopez vd., 2016).

Kiraz anaçları, üzerine aşılı çeşidin verimi (Ağlar ve Yıldız 2014; Ağlar vd., 2016; Moreno vd., 2001; Whiting vd., 2005), meyve kalitesi (Ağlar vd., 2016; Karakaya vd., 2021; Usenik vd., 2010), ağaç gelişimi (Ağlar ve Yıldız 2014; Lang, 2001; Usenik vd., 2006) ve hasat zamanı üzerine (Ağlar vd., 2016; Lang, 2000; Usenik vd., 2006) etki etmektedir. Kiraz yetiştiriciliğinde çöğür ve klon anaçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Çöğür anaçlar verime geç yatmaları ve homojen bir gelişim göstermemeleri nedeniyle, son yıllarda kiraz yetiştiriciliğinde daha çok klon anaçlar kullanılmaktadır (Aydın ve Yarılgaç, 2020). Yetiştiricilikte yoğun dikim sistemlerine uygun Krymsk 5, Krymsk 6, PHL-C, Damil 61, Inmil 9, Gisela 1, Gisela 3, Gisela 4, Gisela 5, Gisela 6, Tabel Edabriz, Weiroot 158 ve Weiroot 72 bodur anaçlar ile Gisela 7, Gisela 12, PHL-A, CAB 6P, Victor, Pi-Ku 1, MaxMa 14 yarı bodur anaçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Kiraz yetiştiriciliğinde kullanılan bu anaçlar; ağaç gelişimi, erkencilik, verim, meyve kalitesi gibi birçok özellik üzerine olumlu etki etmektedir (Ağlar ve Yıldız, 2014; Ağlar vd., 2016; Cantin vd., 2010; Fajt vd., 2014; Karakaya vd., 2021; Lanauskas vd., 2012; Long ve Kaiser, 2010; Sitarek ve Bartosiewicz, 2012).

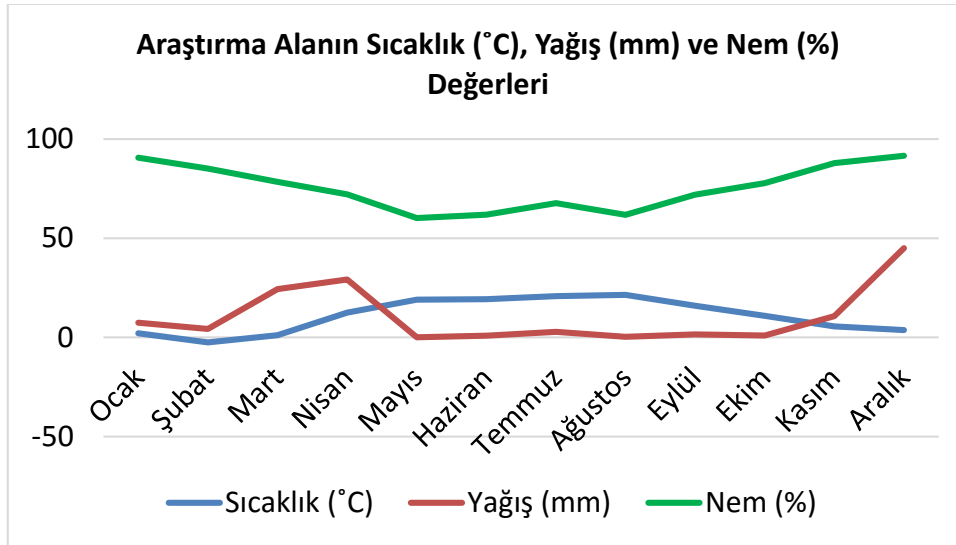
Kiraz fidanı üretiminde kullanılan anaçların, üzerine aşılı çeşidin gelişimine olan etkisinin fidanlık koşullarında ve yetiştiriciliğin yapıldığı bahçelerde farklılık gösterdiği bildirilmektedir. Buna neden olarak, fidanlıklardaki üretim döngüsü ve aşırı strese karşı anaçların farklı kapasiteye sahip olmaları gösterilmektedir (Poniedzialek vd., 1997). Bu araştırma, PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçları üzerine aşılı 'Vanda' kiraz çeşidinin fidanlık koşullarındaki performansını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırma, Poznan Üniversitesi (Polonya) Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma alanında 2018 yılında yürütülmüştür. Araştırmanın materyalini 'Vanda' kiraz çeşidi ile PHL-A, Gisela 5 ve Colt kiraz anaçları oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan anaçlar, 2017 yılında sıra üzeri 30 cm ve sıra arası 90 cm olacak şekilde dikilmiştir. Dikimi yapılan anaçlara 2017 yılı Ağustos ayı içerisinde durgun T göz aşısı yapılmıştır. Deneme süresince fidanlarda teknik ve kültürel uygulamalar düzenli ve eksiksiz olarak yapılmıştır.

Araştırma alanına ait 2018 yılı iklim verileri (sıcaklık, yağış ve nem) Şekil 1'de sunulmuştur. Sıcaklık-2.5 °C (şubat) ile 21.5 °C (ağustos), yağış 0.1 mm (mayıs) ile 45.0 mm (aralık) ve nem ise %60.2 (mayıs) ile %91.6 (aralık) arasında kaydedilmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Araştırma Alanının Sıcaklık (°C), Yağış (mm) ve Nem (%) Değerleri

**Tablo 1.** Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Toprak özellikleri	Miktarı
pH	7.19
Tuzluluk (mS·cm <sup>-1</sup> )	0.065
Klor (mg·dm <sup>-3</sup> )	8
Fosfor (mg·dm <sup>-3</sup> )	82
Sodyum (mg·dm <sup>-3</sup> )	17
Kükürt (mg·dm <sup>-3</sup> )	5
Kalsiyum (mg·dm <sup>-3</sup> )	675
Potasyum (mg·dm <sup>-3</sup> )	69
Demir (mg·dm <sup>-3</sup> )	121.9
Çinko (mg·dm <sup>-3</sup> )	18.3
Bakır (mg·dm <sup>-3</sup> )	2.6
Magnezyum (mg·dm <sup>-3</sup> )	65
Mangan (mg·dm <sup>-3</sup> )	70.4

Deneme alanı podzolik toprak yapısına sahip olup, toprak pH'sı hafif alkali ve tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Bunun yanında, toprak analiz sonuçlarına göre (Tablo 1) yetersiz görülen bitki besin elementleri topraktan ve yapraktan fidanlara uygulanmıştır.

### Yöntem

'Vanda' kiraz çeşidinin fidanlık koşullarındaki performansı üzerine PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçlarının etkisini belirlemek amacıyla yürütülen araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 fidan olacak şekilde planlanmıştır. Araştırmada kullanılan anaçların 'Vanda' çeşidi üzerine etkisini belirlemek amacıyla, fidanlarda 2018 yılı aralık ayında morfolojik (fidan boyu, kalem gövde çapı, sürgün uzunluğu, yan dal sayısı, fidan yaş ağırlığı ve yaprak kuru ağırlığı) ölçümler yapılmıştır. Bunun yanında temmuz ayında fidanlarda yaprak yaş ağırlığı ve yaprak alanı ölçülmüştür. Fidanlarda yapılan tüm ölçümlerde Świerczyński ve Stachowiak (2012)'in yöntemi esas alınmıştır.

### Fidan Boyu (cm)

Tüm fidanlarda vejetasyon süresinin sonunda şerit metre kullanılarak ölçülmüş ve cm cinsinden ifade edilmiştir.

**Kalem Gövde Çapı (mm)**

Fidanlarda aşı noktasının 20 cm üzerinden 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas (Mitutoyo, CD-15CP, Japonya) yardımıyla gövdenin iki farklı yönde ölçülmesiyle belirlenmiş ve aritmetik ortalama alınarak, mm cinsinden ifade edilmiştir.

**Sürgün Uzunluğu (cm)**

Tüm fidanlarda vejetasyon süresinin sonunda oluşan bir yıllık sürgünlerin tamamı şerit metre kullanılarak ölçülmüş ve cm cinsinden ifade edilmiştir.

**Yan Dal Sayısı (adet)**

Tüm fidanlarda vejetasyon süresinin sonunda ana dal üzerinde oluşan yan dal sayısı belirlenmiştir.

**Fidan Yaş Ağırlığı (kg)**

Vejetasyon süresi sonunda köklere zarar verilemeden sökülen fidanlar topraklarından arındırıldıktan sonra teraziyle tartılarak belirlenmiştir.

**Yaprak Alanı (cm<sup>2</sup>)**

Her bir fidandan temmuz ayı içerisinde alınan 30 adet yaprak örneğinde dijital planimetre (Bio-Science, CO-203, ABD) kullanılarak belirlenmiştir.

**Yaprak Yaş Ağırlığı (g)**

Her bir fidandan rastgele alınan 5 adet yaprak 0.01 g hassasiyetindeki dijital terazi (Radwag, AS 220/C/2, Polonya) yardımıyla tartılarak tespit edilmiştir.

**Yaprak Kuru Ağırlığı (g)**

Her bir fidandan rastgele alınan 5 adet yaprak örneği 48 saat süreyle 60°C'de etüvde kurutulduktan sonra 0.01 g hassasiyetindeki dijital terazi (Radwag, AS 220/C/2, Polonya) yardımıyla tartılarak belirlenmiştir.

**İstatistiksel Değerlendirme**

Verilerin değerlendirilmesi SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak, Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi ve %5 önem seviyesinde yapılmıştır.

**Bulgular ve Tartışma**

PHL-A ve Gisela 5 anaçlarında kıyasla Colt anacının fidan boyunda önemli bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Fidan boyu, Gisela 5 anacında 125.7 cm, PHL-A anacında 130.0 cm ve Colt anacında 198.8 cm olarak ölçülmüştür. 'Vanda' çeşidinin fidan boyu üzerine Colt anacının etkisi %100 olarak kabul edildiğinde, fidan boyunu PHL-A anacı %34.6 ve Gisela 5 anacı %36.7 oranında küçültmüştür. Bu sonuçlar; Gisela 5 ve PHL-A anaçlarının Colt anacına göre daha bodur bir gelişim sağladığını göstermiştir (Tablo 2). Kirazda fidan performansı üzerine farklı anaçların etkisinin belirlendiği çalışmalarda fidan boyu, Regina çeşidinin aşılı olduğu Gisela 5 anacında 147.6 cm, Colt anacında 201 cm (Baryla vd., 2014), Gisela 5 anacı üzerine aşılı farklı kiraz çeşitlerinde 98.3-138.0 cm, Colt anacında 139.0-165.7 cm (Zec vd., 2017) olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, birçok araştırmacı fidan boyunun Colt anacına aşılı çeşitlerde, Gisela 5 anacına göre daha uzun olduğunu ve Gisela 5 anacının üzerine aşılı çeşitleri daha bodur geliştirdiğini bildirmişlerdir (Moreno vd., 2001; Stachowiak ve Swierczynski, 2004; Swierczynski ve Stachowiak, 2012; Baryla vd., 2013). Mevcut çalışmada olduğu gibi, yapılan farklı çalışmalarda da Colt anacı diğer anaçlara göre daha uzun boylu fidanlar oluşturmuştur.

Colt anacı üzerindeki fidanların kalem gövde çapı, PHL-A ve Gisela 5 anaçları üzerinelere göre daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kalem gövde çapı, Gisela 5 anacında 12.8 mm, PHL-A anacında 13.0 mm

ve Colt anacında 22.4 mm olarak tespit edilmiştir. Colt anacının PHL-A ve Gisela 5 anaçlarına göre, Vanda' çeşidinde kalem gövde çapını sırasıyla %72 ve %75 oranında arttırdığı belirlenmiştir (Tablo 2). Kalem gövde çapı, farklı anaçlar üzerine aşılı bazı kiraz çeşitlerinde en yüksek Colt anacında (18.2 mm) (Stachowiak ve Swierczynski, 2004), Gisela 5 ve Colt anaçları üzerine aşılı Regina çeşidinde sırasıyla 11.5 mm ve 22.3 mm (Baryla vd., 2014), Gisela 5 ve Colt anaçları üzerine aşılı bazı kiraz çeşitlerinde sırasıyla 22.0-25.7 mm ve 21.3-24.7 mm (Zec vd., 2017) arasında belirlenmiştir. Farklı çalışmalarda ve araştırmamızda elde edilen bulgular kalem gövde çapı üzerine Colt anacının belirgin bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Benzer durum birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Moreno vd., 2001; Sitarek ve Rozpara, 2008; Swierczynski ve Stachowiak, 2012).

'Vanda' çeşidinin yan dal sayısı üzerine PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçlarının etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Yan dal sayısı, PHL-A anacında 1.1, Gisela 5 anacında 1.3 ve Colt anacında 9.9 olarak tespit edilmiştir. En az yandal oluşturan Gisela 5 ve PHL-A anaçlarına göre, Colt anacı Vanda' çeşidinde yan dal sayısını 8-9 kat artırmıştır. Bu sonuçlar, kirazda dallı fidan üretimi bakımından Colt anacının kayda değer sonuçlar verdiğini göstermiştir (Tablo 2). Yan dal sayısı çeşitlerin tomurcuklanma özelliklerine göre değişiklik göstermektedir (Stachowiak ve Swierczynski, 2009). Bunun yanında, meyve yetiştiriciliğinde kullanılan anaçlar, üzerine aşılı çeşidin yan dal sayısı üzerine etki etmektedir (Baryla vd., 2014; Stanisavljevic vd., 2015). Bahçe tesisinde kullanılan fidanlarda yan dal sayısının fazla olması, şekil budaması ve ağacın taç yapısını daha erken oluşturmak açısından önem taşımaktadır (Stanisavljevic vd., 2015). Farklı anaçlar üzerine aşılı Regina çeşidinde yan dal sayısı Gisela 5 anacında 2.8 ve Colt anacında 8.7 olarak belirlenmiştir (Baryla vd., 2014). Mevcut çalışmada da yan dal sayısı en fazla Colt anacında elde edilmiştir. Benzer sonuçlar kirazda anaçların kalem üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan farklı çalışmalarda da rapor edilmiştir (Stachowiak ve Swierczynski, 2004; Stanisavljevic vd., 2015; Swierczynski ve Stachowiak, 2012).

PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçlarının 'Vanda' çeşidinde sürgün uzunluğu üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Sürgün uzunluğu genç ağaçlarda en iyi gelişim göstergelerinden biridir (Sczepanski ve vd., 1987). Sürgün uzunluğu, Gisela 5 anacında 21.53 cm, PHL-A anacında 27.44 cm ve Colt anacında 42.63 cm olarak tespit edilmiştir. Gisela 5 ve PHL-A anaçlarının Colt anacına göre, 'Vanda' çeşidinde daha kısa sürgünler oluşturduğu belirlenmiştir. En düşük sürgün uzunluğuna sahip Gisela 5 ve PHL-A anaçlarına göre, Colt anacı 'Vanda' çeşidinde sürgün uzunluğunu sırasıyla %98 ve %55 oranında artırmıştır (Tablo 2). Gisela 5 ve Colt anaçları kullanılarak yürütülen çalışmalarda sürgün uzunluğu, Regina çeşidinde sırasıyla 51.2 cm ve 54.2 cm (Baryla vd., 2014), bazı kiraz çeşitlerinde sırasıyla 16.7-27.3 cm ve 20-44 cm arasında belirlenmiştir (Zec vd., 2017). Yapılan araştırmalar ve mevcut çalışmada elde edilen bulgular, sürgün uzunluğu üzerine Colt anacının belirgin bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Stachowiak ve Swierczynski, 2004; Swierczynski ve Stachowiak, 2012).

**Tablo 2.** Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı 'Vanda' Kiraz Çeşidinin Fidan Boyu (cm), Kalem Gövde Çapı (mm), Yan Dal Sayısı (adet) ve Sürgün Uzunluğu (cm)

Anaçlar	PHL-A	Gisela 5	Colt
Fidan boyu (cm)	130.0 b*	125.7 b	198.8 a
Kalem gövde çapı (mm)	13.0 b	12.8 b	22.4 a
Yan dal sayısı (adet)	1.1 b	1.3 b	9.9 a
Sürgün uzunluğu (cm)	27.44 b	21.53 b	42.63 a

\*Aynı satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p<0.05$ ).

'Vanda' çeşidinin fidan yaş ağırlığı üzerine PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçlarının etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Fidan yaş ağırlığı, Gisela 5 anacında 0.5 kg, PHL-A anacında 0.9 kg ve Colt anacında 1.95 kg olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Kirazda anaçların kalem üzerine olan etkisini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda fidan yaş ağırlığının Colt anacı üzerine aşılı çeşitlerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Stachowiak ve Swierczynski, 2009; Webster ve Lucas, 1997). Bunun yanında, *Prunus avium*, Colt ve Frutana (ara anaç olarak kullanılmıştır) anaçları üzerine aşılı bazı kiraz çeşitlerinde fidan yaş ağırlığı

sırasıyla ortalama 0.78 kg, 0.79 kg ve 0.67 kg olarak belirlenmiştir (Swierczynski ve Stachowiak, 2012). Mevcut çalışmada da en yüksek fidan yaş ağırlığı Colt anacında elde edilmiştir.

PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçlarının 'Vanda' çeşidinde yaprak yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Yaprak yaş ağırlığı, PHL-A anacında 145.0 g, Gisela 5 anacında 162.2 g ve Colt anacında 323.0 g olarak tespit edilmiştir. Yaprak kuru ağırlığı ise PHL-A anacında 56.2 g, Gisela 5 anacında 62.0 g ve Colt anacında 127.5 g olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Farklı araştırmacılar yaprak yaş ve kuru ağırlığının anaçlara bağlı olarak değişiklik gösterdiğini (Schechter vd., 1991; Swierczynski vd., 2019) ve en yüksek değerlerin Colt anacından elde edildiğini bildirmişlerdir (Swierczynski vd., 2019). Mevcut çalışmada da yaprak yaş ve kuru ağırlığı anaçlara bağlı olarak önemli derecede değişiklik göstermiş ve en yüksek değerler Colt anacından elde edilmiştir.

'Vanda' çeşidinin yaprak alanı üzerine PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçlarının etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Yaprak alanı, Gisela 5 anacında 109.2 cm<sup>2</sup>, PHL-A anacında 127.5 cm<sup>2</sup>, ve Colt anacında 149.7 cm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Yaprak alanı bakımından en düşük değere sahip Gisela 5 anacı ile kıyaslandığında, yaprak alanını PHL-A anacı %16.8 ve Colt anacı %37.1 oranında artırmıştır. Kirazda yaprak alanının anaç ve çeşide göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Whiting ve Lang, 2004; Bolsu ve Akça, 2011; Küçükyumuk vd., 2015). Nitekim, farklı anaçlar üzerine aşılı Summit kiraz çeşidinde en yüksek yaprak alanı *Prunus avium* (48.38 cm<sup>2</sup>), en düşük ise Gisela 5 (11.07 cm<sup>2</sup>) anacında belirlenmiştir (Santos vd., 2006). Mevcut çalışmada da yaprak alanı en düşük Gisela 5, en yüksek ise Colt anacından elde edilmesine rağmen, yaprak alanı bakımından anaçlar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

**Tablo 3.** Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı 'Vanda' Kiraz Çeşidinin Fidan Yaş Ağırlığı (kg), Yaprak Yaş Ağırlığı (g), Yaprak Kuru Ağırlığı (g) ve Yaprak Alanı (cm<sup>2</sup>)

Anaçlar	PHL-A	Gisela 5	Colt
Fidan yaş ağırlığı (kg)	0.9 b*	0.5 c	1.95 a
Yaprak yaş ağırlığı (g)	145.0 b	162.2 b	323.0 a
Yaprak kuru ağırlığı (g)	56.2 b	62.0 b	127.5 a
Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )	127.5 a	109.2 a	149.7 a

\*Aynı satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $p < 0.05$ ).

## Sonuç

PHL-A, Gisela 5 ve Colt anaçlarının 'Vanda' kiraz çeşidinde fidan gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, Colt anacına kıyasla Gisela 5 ve PHL-A anaçları 'Vanda' çeşidini daha zayıf ve bodur geliştirmiştir. Bu bakımdan, Gisela 5 ve PHL-A anaçları yoğun dikim sistemleri kullanılarak yapılacak kiraz yetiştiriciliğinde tercih edilebilir. Bunun yanında, Poznan (Polonya) bölgesinde yıllık ortalama yağış miktarı oldukça düşüktür (Şekil 1). Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, fidanlık koşullarında Colt anacının diğer anaçlara göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, 'Vanda' çeşidinin fidan performansı üzerine Colt anacının önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiş olmasına rağmen, bu anacın *Agrobacterium tumefaciens* (bakteriyel yanıklık) hastalığına karşı hassas olduğu belirlenmiştir. Ancak, Colt anacı hâlihazırda Polonya'da kiraz yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Araştırmada kullanılan çeşit/anaç kombinasyonlarının kiraz yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde de performanslarının belirlenmesi önerilmektedir.

## Yazar Katkısı

*Mehmet Fikret Balta*, araştırmanın planlanması, denemelerin kurulması, verilerin değerlendirilmesi ve makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur. *Cenk Çelikbaş*, araştırma için gerekli materyallerin temini, denemelerin kurulması ve yürütülmesi, verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi, ölçümlerin yapılmasında ve makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur. *Orhan Karakaya*, verilerin değerlendirilmesi, istatistiksel analizler ve makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur. *Hüseyin Kırkaya*, verilerin değerlendirilmesi ve makalenin yazım aşamalarında katkıda bulunmuştur. *Stawomir Świerczyński*, araştırma için gerekli materyallerin temini, denemelerin kurulması ve

yürütülmesinde katkıda bulunmuştur. *Magdalena Urbaniak*, denemelerin yürütülmesi ve ölçümlerin yapılmasında katkıda bulunmuştur.

### Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

### ORCID

Mehmet Fikret Balta  <https://orcid.org/0000-0002-3859-6490>

Cenk Çelikbaş  <https://orcid.org/0000-0002-8813-1843>

Orhan Karakaya  <https://orcid.org/0000-0003-0783-3120>

Hüseyin Kırkaya  <https://orcid.org/0000-0001-8371-5324>

Stawomir Świerczyński  <https://orcid.org/0000-0002-2754-9576>

Magdalena Urbaniak  <https://orcid.org/0000-0002-5050-5213>

### Kaynaklar

- Ağlar, E. ve Yıldız, K. (2014). Influence of rootstocks (Gisela 5, Gisela 6, MaxMa, SL 64) on performance of '0900 Ziraat' sweet cherry. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 10, 60-66. <http://dx.doi.org/10.6000/1927-5129.2014.10.09>
- Ağlar, E., Yıldız, K. ve Long, L. E. (2016). The Effects of Rootstocks and Training Systems on the Early Performance of '0900 Ziraat' Sweet Cherry. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 573-578. <https://doi.org/10.15835/nbha44210401>
- Aydın, E. ve Yarılgaç, T. (2020). Anaç adayı kiraz ve vişne genotiplerinin doku kültürü yöntemiyle çoğaltılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 171-180. <https://doi.org/10.29278/azd.732181>
- Baryla, P., Kaplan, M. ve Krawiec, M. (2014). The effect of different types of rootstock on the quality of maiden trees of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cv. 'Regina'. *Acta Agrobotanica*, 67(4). <https://doi.org/10.5586/aa.2014.051>
- Baryla, P., Kaplan, M., Krawiec, M. ve Kiczorowski, P. (2013). The effect of rootstocks on the efficiency of a nursery of sweet cherry (*Prunus avium* L.) trees cv. 'Regina'. *Acta Agrobotanica*, 66(4). <https://doi.org/10.5586/aa.2013.058>
- Bolsu, A., ve Akça, Y. (2011). Mahlep anacı üzerine aşılı 5 kiraz çeşidinin bazı morfolojik özellikleri ile meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3), 152-157. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/204762>
- Cantín, C. M., Pinochet, J., Gogorcena, Y. ve Moreno, M. Á. (2010). Growth, yield and fruit quality of 'Van' and 'Stark Hardy Giant' sweet cherry cultivars as influenced by grafting on different rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 123(3), 329-335. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.09.016>
- Fajt, N., Folini, L., Bassi, G. ve Siegler, H. (2014). Lapins on ten cherry rootstocks in the Alpe Adria region. *Acta Horticulturae*, 1020, 371-376. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1020.51>





- Gómez-del-Campo, M., Ruiz, C. ve Lissarrague, J. R. (2002). Effect of water stress on leaf area development, photosynthesis, and productivity in Chardonnay and Airén grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(2), 138-143. <https://www.researchgate.net/publication/290286691>
- Karakaya, O., Ozturk, B., Aglar, E. ve Balik, H. I. (2021). The influence of the rootstocks on biochemical and bioactive compound content of '0900 Ziraat' sweet cherry fruit. *Erwerbs-Obstbau*, 63(3), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00542-0>
- Küçükyumuk, C., Sarisu, H., Yıldız, H., Kaçal, E. ve Koçal, H. (2015). Farklı anaçlar üzerine aşılı 0900 ziraat kiraz çeşidinde su stresinin bazı vejetatif gelişim parametrelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 180-192. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236404>
- Lanauskas, J., Uselis, N., Kviklys, D., Kviklienė, N. ve Buskienė, L. (2012). Rootstock effect on the performance of sweet cherry cv. Lapins. *Horticultural Science*, 39(2), 55-60. [https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/50\\_2011-HORTSCI.pdf](https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/50_2011-HORTSCI.pdf)
- Lang, G. A. (2000). Precocious, dwarfing, and productive—how will new cherry rootstocks impact the sweet cherry industry? *HortTechnology*, 10(4), 719-725. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.10.4.719>
- Lang, G. A. (2001). Intensive sweet cherry orchard systems—rootstocks, vigor, precocity, productivity, and management. *Compact Fruit Tree*, 34(1), 23-26. <https://www.researchgate.net/publication/285788783>
- Long, L. E. ve Kaiser, C. (2010). *Sweet cherry rootstocks for the Pacific Northwest* (1<sup>st</sup> edition). A Pacific Northwest Extension Publication. [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/parent/bv73c068r/file\\_sets/kw52j840j](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/parent/bv73c068r/file_sets/kw52j840j)
- Long, E., L., Lang, G., Musacchi, S. ve Whiting, M. (2015). *Cherry training systems* (1<sup>st</sup> edition). A Pacific Northwest Extension Publication. [https://research.wsulibs.wsu.edu/xmlui/bitstream/handle/2376/6087/pnw667print\\_0.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://research.wsulibs.wsu.edu/xmlui/bitstream/handle/2376/6087/pnw667print_0.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- López-Ortega, G., García-Montiel, F., Bayo-Canha, A., Frutos-Ruiz, C. ve Frutos-Tomás, D. (2016). Rootstock effects on the growth, yield and fruit quality of sweet cherry cv. 'Newstar' in the growing conditions of the Region of Murcia. *Scientia Horticulturae*, 198, 326-335. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.11.041>
- Moreno, M. A., Adrada, R., Aparicio, J. ve Betrán, S. (2001). Performance of 'Sunburst' sweet cherry grafted on different rootstocks. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(2), 167-173. <https://doi.org/10.1080/14620316.2001.11511345>
- Özçağırın R., Ünal A., Özeker E. ve İsfendiyaroğlu M. (2011). *Ilıman İklim Meyve Türleri: Sert Çekirdekli Meyveler* (3. baskı). Ege Üniversitesi Basımevi.
- Poniedziałek, W., Szczygiel, A., Porebski, S. ve Gorski, A. (1997). Effect of budding dates and types of rootstock on bud establishment and growth of one-year old apple trees of two cultivars. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Ogródnictwo*, 23, 5-18. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PL1999000117>
- Santos, A., Santos-Ribeiro, R., Cavalheiro, J., Cordeiro, V. ve Lousada, J. L. (2006). Initial growth and fruiting of 'Summit' sweet cherry (*Prunus avium*) on five rootstocks. *New Zealand journal of crop and horticultural science*, 34(3), 269-277. <https://doi.org/10.1080/01140671.2006.9514416>
- Schechter, I., Proctor, J. T. A. ve Elfving, D. C. (1991). Rootstock affects vegetative growth characteristics and productivity of 'Delicious' apple. *HortScience*, 26(9), 1145-1148. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.26.9.1145>

- Szczepanski, K., Zwierz, J., Holownicki, R. ve Rejman, S. (1987). The relationship of a diameter and a height of an apple to its weight. *Fruit Science Reports*, 14(3). <https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-5dfb32df-1dc6-452b-83db80d67af6d9d5>
- Sitarek, M. ve Bartosiewicz, B. (2012). Influence of five clonal rootstocks on the growth, productivity and fruit quality of 'Sylvia' and 'Karina' sweet cherry trees. *Journal of Fruit and Ornamental plant research*, 20(2), 5-10. <https://doi.org/10.2478/v10290-012-0010-z>
- Sitarek, M. ve Rozpara, E. (2008). Growth of young (three-year-old) 'Regina' sweet cherry trees grafted on nine clonal rootstocks. *Sustainable Fruit Growing: From Plant to Product* (s. 117-121). Latvia State Institute of Fruit-Growing Publishing. <https://www.researchgate.net/profile/Grzegorz-Doruchowski/publication/46386183>
- Stachowiak, A. ve Swierczynski, S. (2004). Growth of six sweet cherry cultivars on Colt and on mazzard seedling (*Prunus avium* L.) rootstocks in a nursery. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Ogrodnictwo*, 38, 149-156. <http://www.up.poznan.pl/ogrodnictwo/Ogrodnictwo%2038/Stachowiak.pdf>
- Stachowiak, A. ve Swierczynski, S. (2009). The influence of mycorrhizal vaccine on the growth of maiden sweet cherry trees of selected cultivars in nursery. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 8(1), 3-11. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.574.5886&rep=rep1&type=pdf>
- Stanisavljević, A., Bošnjak, D., Todorčić Vekić, T., Teklić, T., Špoljarević, M., Štolfa, I., ... ve Lisjak, M. (2015). Induction of lateral shoots of sweet cherry on the Gisela 6 rootstock. *Poljoprivreda*, 21(1), 59-67. <https://doi.org/10.18047/poljo.21.1.10>
- Świerczyński, S. ve Stachowiak, A. (2012). Usefulness of 'Frutana' interstock in the production of maiden sweet cherry trees in the nursery. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 11(2), 263-273. <https://www.researchgate.net/publication/289629521>
- Świerczyński, S., Borowiak, K., Bosiacki, M., Urbaniak, M. ve Malinowska, A. (2019). Estimation of the growth of 'Vanda' maiden sweet cherry trees on three rootstocks and after application of foliar fertilization in a nursery. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(1), 109-118. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.1.11>
- Usenik, V., Fajt, N. ve Ātampar, F. (2006). Effects of rootstocks and training system on growth, precocity and productivity of sweet cherry. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(1), 153-157. <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512042>
- Usenik, V., Fajt, N., Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar, A., Stampar, F. ve Veberic, R. (2010). Sweet cherry pomological and biochemical characteristics influenced by rootstock. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(8), 4928-4933. <https://doi.org/10.1021/jf903755b>
- Webster, A. D. ve Lucas, A. (1997). Sweet cherry rootstock studies: Comparisons of *Prunus cerasus* L. and *Prunus* hybrid clones as rootstocks for Van, Merton Glory and Merpet scions. *Journal of Horticultural Science*, 72(3), 469-481. <https://doi.org/10.1080/14620316.1997.11515535>
- Whiting, M. D. ve Lang, G. A. (2004). Bing'sweet cherry on the dwarfing rootstock Gisela 5: thinning affects fruit quality and vegetative growth but not net CO<sub>2</sub> exchange. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129(3), 407-415. <https://doi.org/10.21273/JASHS.129.3.0407>
- Whiting, M. D., Lang, G., ve Ophardt, D. (2005). Rootstock and training system affect sweet cherry growth, yield, and fruit quality. *HortScience*, 40(3), 582-586. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.3.582>

Zec, G., Colovic, V., Milatovic, D., Colic, S., Vulic, T., Djordjevic, B. ve Djurovic, D. (2017). Rootstock influence on vigor and generative potential of young sweet cherry trees. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 71(2), 137-141.  
<https://journals.ukim.mk/index.php/jafes/article/view/1229/1237>

## Modification of Glassy Carbon Electrode with Palladium Doped Conducting Poly(thionine) Film

Songül Kırnak Kara<sup>1</sup> , Mutlu Sönmez Çelebi<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Ordu University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry, Ordu

<sup>2</sup>Ordu University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 03.11.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 01.12.2021

### Abstract

Glassy carbon electrode was modified with Pd particles using a conducting poly(thionine) as the support material. Polymerization of thionine was carried by electrochemical process from aqueous thionine acetate solution using cyclic voltammetry.  $K_2PdCl_4$  was used as the Pd precursor and the Pd immobilization was performed with constant potential electrolysis. The modified electrode was characterized electrochemically using cyclic voltammetry and electrochemical impedance spectroscopy methods. The results revealed that the modification process significantly increases the conductivity properties of the electrode material.

**Keywords:** electrode modification, poly(thionine), palladium particles

## Camsı Karbon Elektrotun Paladyum Katkılı İletken Poli(tiyonin) Filmi ile Modifiye Edilmesi

### Özet

Camsı karbon elektrot iletken poli(tiyonin) destek malzemesi varlığında Pd tanecikleriyle modifiye edilmiştir. Tiyoninin polimerizasyonu elektrokimyasal yolla sulu tiyonin asetat çözeltisinde dönüşümlü voltametri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Pd kaynağı olarak  $K_2PdCl_4$  kullanılmış ve Pd immobilizasyonu sabit potansiyelde elektroliz ile yürütülmüştür. Modifiye elektrotun karakterizasyonu elektrokimyasal olarak dönüşümlü voltametri ve elektrokimyasal empedans spektroskopisi yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, modifikasyon işleminin elektrot malzemesinin iletkenlik özelliklerini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** elektrot modifikasyonu, poli(tiyonin), paladyum tanecikleri

## Introduction

In the last few decades, chemically modified electrodes (CMEs) are attracting more and more attention as they enable electrochemists to work with numerous alternative materials that can be designed for specific purposes. The term CME has first been introduced by Murray and co-workers in 1975 to describe electrodes that have foreign molecules immobilized on their surfaces (Moses et al., 1975; Snell & Keenan 1979). With the help of the modification process, it is possible to transfer the physicochemical properties of the modifier to the electrode surface (Abruna, 1988). This way, selectivity and sensitivity can be achieved for various purposes such as electrocatalysis (Çelebi et al., 2008; Sönmez Çelebi et al., 2020), electroanalysis (Singh et al., 2017; Wang et al., 2021) and even specific applications such as controlled drug delivery systems (Herrera et al 2018; Li et al 2018). On the other hand, metal nanoparticles have been objects of catalysis studies and materials science where they find wide application for designing advanced electrode materials (Kralik & Biffis, 2001). The features of the metal nanoparticles are strongly influenced by the microenvironment surrounding them and often a suitable support is needed to obtain the desired material with enhanced stability. Conducting polymers are among the most used support materials for designing nanoparticle modified electrodes as they both serve as a stabilizing matrix for the metal nanoparticles and a conducting porous structure for increasing the surface area of the electrode (Çelebi, 2016; Ghosh et al., 2015).

In this work, we prepared a poly(thionine) (PTH) modified a glassy carbon electrode decorated with palladium (Pd) particles through a simple electrochemical route. For this purpose, we first coated the electrode with conducting PTH film by cyclic voltammetry technique followed by immobilization of the Pd particles from aqueous solution by constant potential electrolysis. For characterization of the modified electrode, we used cyclic voltammetry and electrochemical impedance methods. We also studied the effect of activation of the GCE for the immobilization of the polymer film onto the electrode material. Ultimately, our goal is to use the Pd@PTH modified GCE for designing an amperometric biosensor for hydrogen peroxide detection.

## Materials and Methods

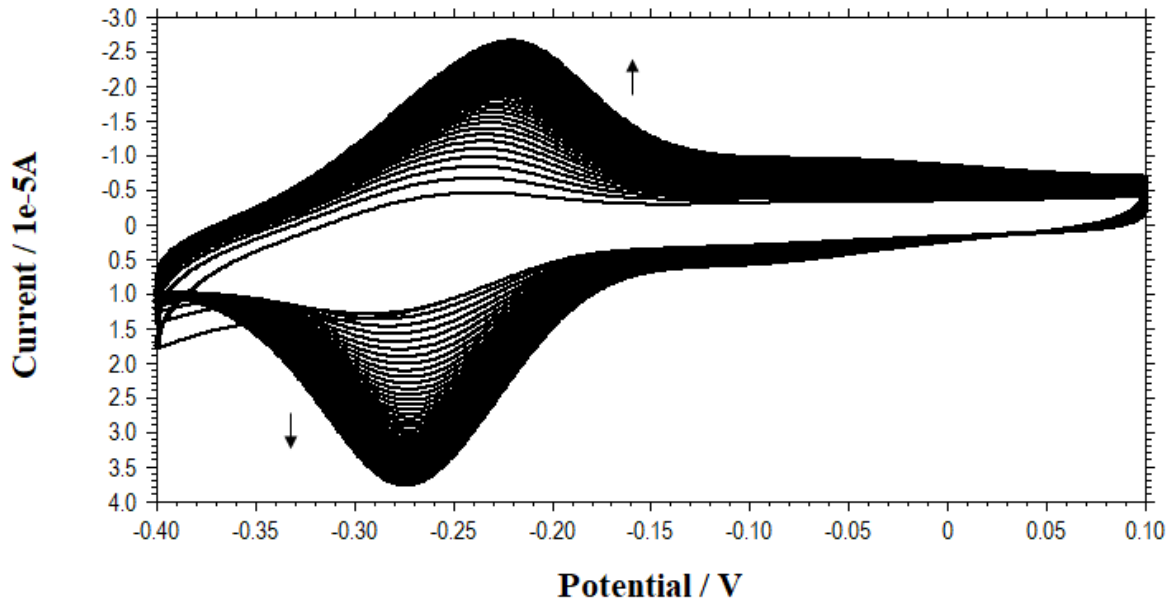
### Materials and Methods

PTH was synthesized according to the procedure described by Yang et al. (1999). Thionine acetate,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{PdCl}_4$ ,  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  and  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  were obtained from Sigma-Aldrich and used as received. Triple distilled water was used for aqueous solutions. Solutions were saturated with high purity nitrogen gas before the experiments to remove the dissolved oxygen. All experiments were carried out at ambient temperature.

Electrochemical experiments were performed using CHI 600E electrochemical workstation. IVIUM Pocket Stat impedance analyzer was used for electrochemical impedance spectroscopy (EIS) studies. A three-electrode system glass cell was used with a glassy carbon working electrode (GCE, 3 mm in diameter). A saturated calomel electrode (SCE) was used as the reference electrode and a Pt wire was used as the counter electrode.

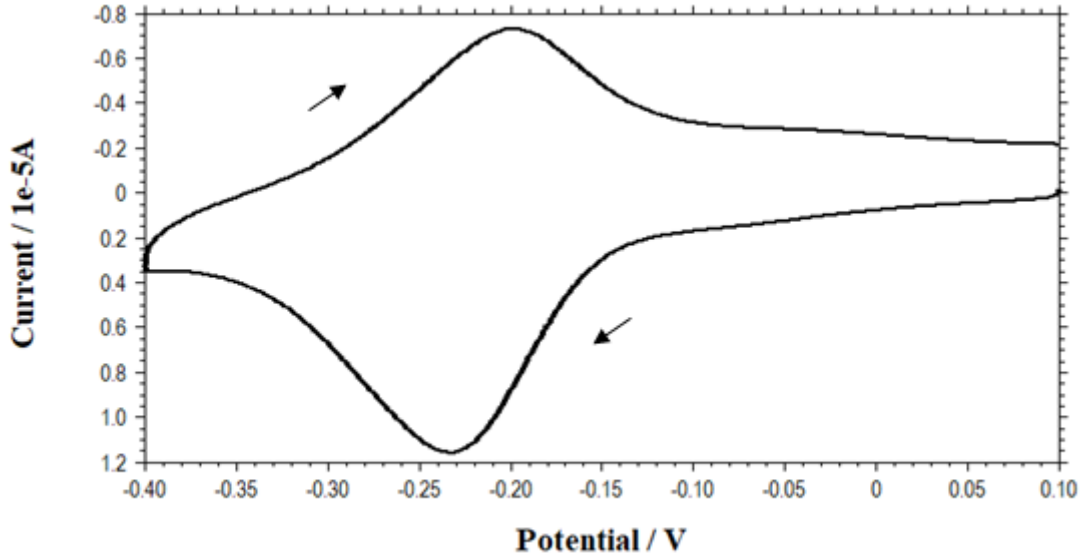
## Results and Discussion

Immobilization of PTH film on GCE was carried out via cyclic voltametric scans in 0.1 M thionine acetate solution containing 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  as the supporting electrolyte. The potential window was between potentials -0.4 V - +0.1 V vs. SCE. Growth of the polymer film on the electrode surface is given in Figure 1.



**Figure1.** Polymerization of Thionine from 0.1 Mm Thionine Acetate Solution Containing 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  as the Supporting Electrolyte (Scan rate:  $100 \text{ mV s}^{-1}$ )

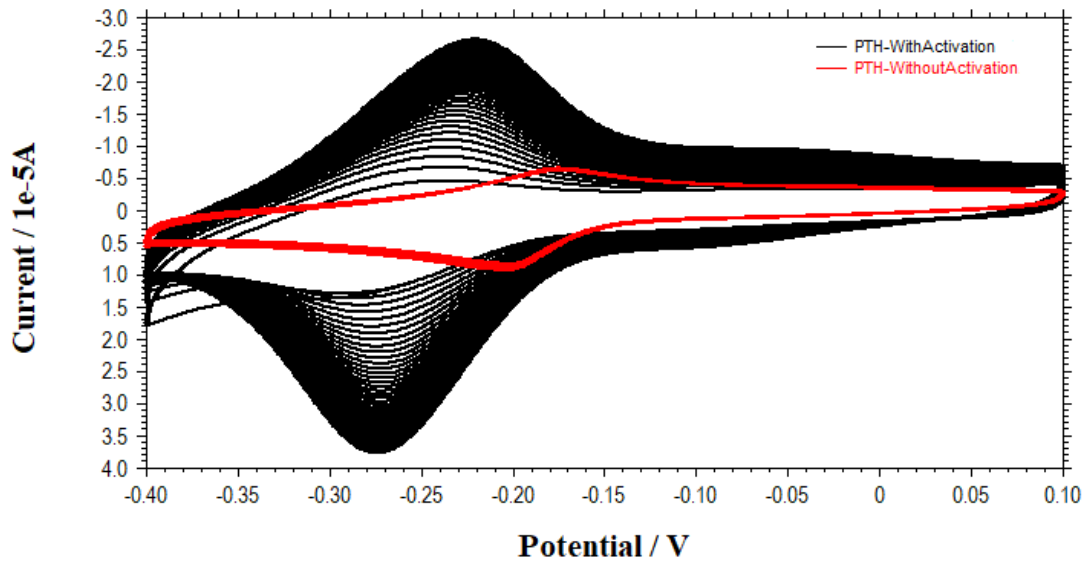
To confirm the formation of the PTH film, we recorded the CV of the resulting film in 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  solution (Figure 2). When we examine the CV, oxidation and reduction peaks of the polymer are observed at potentials +0.20 V and +0.23 V respectively, which are clearly different than those of the monomer. Therefore, the CV in the blank solution is the proof of the formation of the polymer film on GCE.



**Figure2.** CV of the Polymer Coated GCE in 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Scan rate:  $100 \text{ mV s}^{-1}$ )

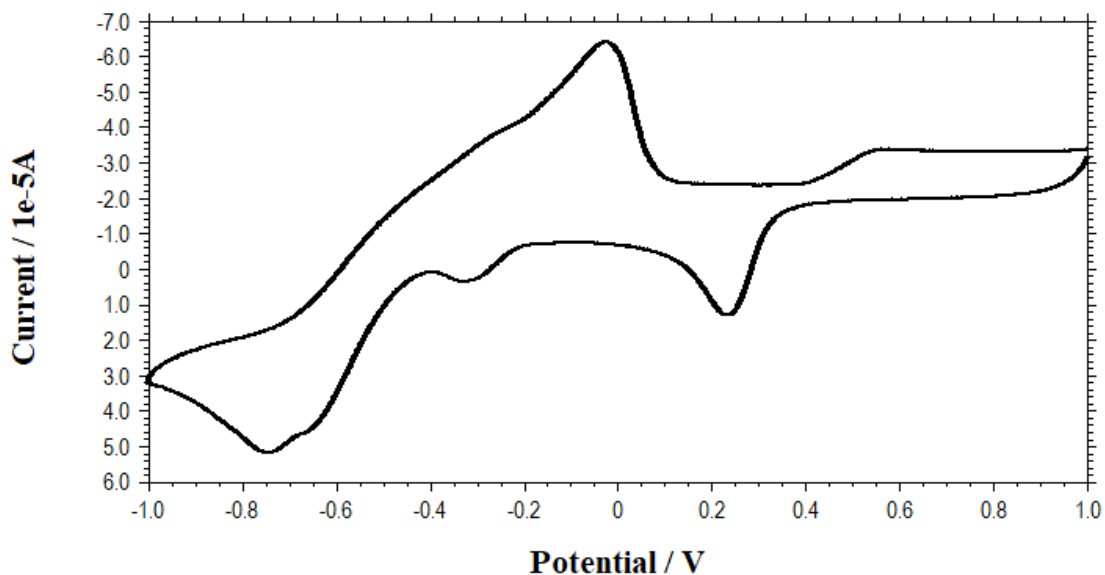
GCE, which is produced through pyrolysis of polymer resin is well known with its good conductivity (Jenkins and Kawamura 1976). This feature makes the GCE a preferred electrode material for sensor studies. Moreover, electrochemical pretreatment which is also referred to as activation, results in significant improvement in the physical and electrochemical properties of the electrode material (Thiagarajan et al 2009). Therefore, in this work, we studied the effect of the activation of the GCE. Activation was performed prior to the electro polymerization process by applying constant potential electrolysis to the uncoated electrode for 5 min at +1.5 V in 0.1 mM thionine acetate solution containing 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . When we compared the polymerization profiles of the activated and the

unactivated electrodes, it was clear that the activation process was enabling much better electrochemical response during the polymerization (Figure 3).



**Figure3.** Polymerization Profiles on GCE Under Activated (black) and Unactivated (red) Conditions (Scan rate:  $100 \text{ mV s}^{-1}$ )

$\text{K}_2\text{PdCl}_4$  solution was used as the precursor to immobilize Pd particles to the polymer coated GCE. For this purpose, PTH coated working electrode was immersed in an aqueous  $2.0 \text{ mM}$   $\text{K}_2\text{PdCl}_4$  solution without supporting electrolyte and electrolysis was performed at  $-0.8 \text{ V}$  constant potential to reduce the Pd particles directly to the polymer film matrix; no further reduction was applied. After this step, CV of the resulting Pd@PTH modified GCE in  $0.5 \text{ M}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  revealed the formation of the Pd particles on the polymer coated electrode (Figure 4).

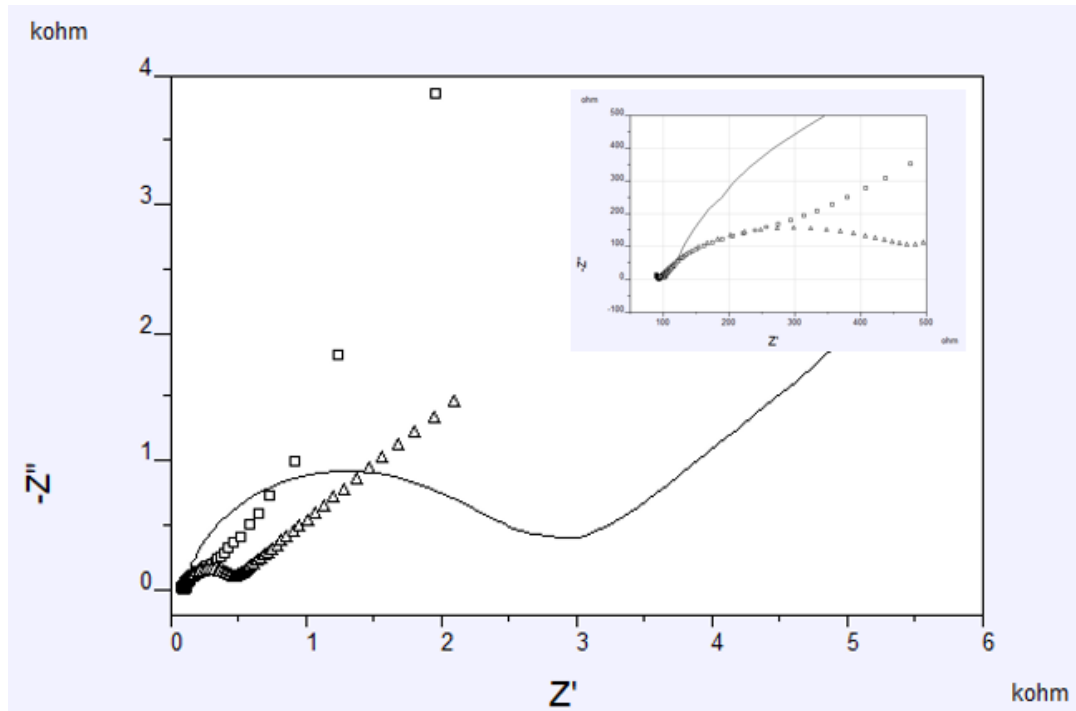


**Figure4.** CV of Pd@PTH Modified GCE in  $0.5 \text{ M}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Scan rate:  $100 \text{ mV s}^{-1}$ )

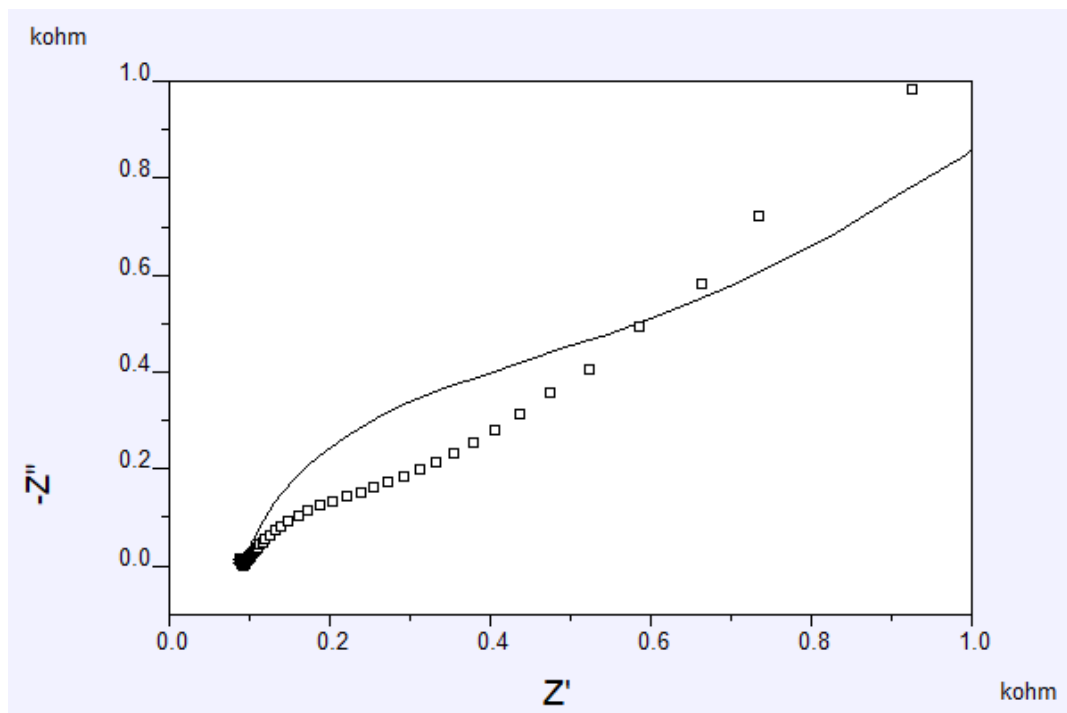
Finally, we characterized the prepared modified electrode using EIS method. In Figure 5, Nyquist plots of uncoated GCE, PTH coated GCE and Pd@PTH modified GCE recorded in  $5.0 \text{ mM}$   $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  solution containing  $0.1 \text{ M}$  KCl in the frequency range  $0.01\text{-}105 \text{ Hz}$  (amplitude =  $10\text{mV}$ , open circuit potential) are given. According to the semi-circles seen in the figure, the electron transfer resistance ( $R_{ct}$ ) values



of the surface decrease significantly as a result of the modification process, which reveals that the conductivity increases significantly. Moreover, to display the role of the PTH support material for Pd particles, the Nyquist plots of the Pd immobilized GCE with and without the PTH film was recorded under the same experimental parameters (Figure 6). As clearly seen, the use of PTH as the support material for Pd particles significantly increases the conductivity properties of the film and facilitates the diffusion of the ferricyanide ions to the electrode surface.



**Figure5.** Nyquist Plots for Uncoated GCE(—) , PTH Coated GCE ( $\Delta$ ) and Pd@PTH Coated GCE ( $\square$ ) in 5.0 mM  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  Solution



**Figure6.** Nyquist Plots for Pd Modified GCE(—) and Pd@PTH Coated GCE ( $\square$ ) in 5.0 mM  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  Solution

## Conclusion

We described the preparation of Pd@PTH modified GCE using a two-step simple procedure. Activation of the working electrode prior to the polymerization process improved the polymerization of thionine and the prepared modified electrode exhibited improved conductivity. It can be concluded that the PTH conducting film can be used as a favorable support material serving as a suitable matrix for immobilization of Pd particles. The prepared modified electrode system is planned to be optimized for designing an electrochemical sensor for selective determination H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in aqueous medium.

## Funding

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Department of Ordu University (ODÜBAP) with grant number: TF-1614. The study was produced from the master's thesis titled "Determination of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> with Poly(thionine) supported palladium nanoparticles" which was carried out by Songül Kırılak Kara under the supervision of Assoc. Dr. Mutlu Sönmez Çelebi (Thesis No. 541242).

## Author contributions

*Songül Kırılak Kara*, performed the experiments and collected the data. *Mutlu Sönmez Çelebi*, prepared the experimental environment, supervised the experimental process, and evaluated the results. The authors co-authored, read, and approved the article.

## Ethics statement

There are no ethical issues with the publication of this article.

## Conflict of Interest

The authors state that there is no conflict of interest.

## ORCID

*Songül Kırılak Kara*  <https://orcid.org/0000-0001-5432-1721>

*Mutlu Sönmez Çelebi*  <https://orcid.org/0000-0002-8816-6763>

## References

- Abruna, H.D. (1988). Coordination Chemistry in Two Dimensions: Chemically Modified Electrodes. *Coordination Chemistry Reviews*, 86, 135-189. [https://doi.org/10.1016/0010-8545\(88\)85013-6](https://doi.org/10.1016/0010-8545(88)85013-6)
- Çelebi, M. S., Pekmez, K., Özyörük, H., & Yıldız, A. (2008). Preparation and physical/electrochemical characterization of Pt/poly (vinylferrocenium) electrocatalyst for methanol oxidation. *Journal of Power Sources*, 183(1), 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2008.05.010>
- Çelebi, M. S. (2016). Energy Applications: Fuel Cells. *Advanced Electrode Materials* (Edited by A. Tiwari, F. Kuralay, L. Uzun), Wiley-VCH, Weinheim, 397-434.
- Ghosh, S., Teillout, A. L., Floresyona, D., de Oliveira, P., Hagège, A., & Remita, H. (2015). Conducting polymer-supported palladium nanoplates for applications in direct alcohol oxidation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(14), 4951-4959. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.01.101>
- Herrera, P. A. H., Santana, N. C., & Martinez, J. A. (2018). Electrosynthesis and DSC Characterization of Doped Polypyrrole Films with Sodium Salicylate and Sodium Ibuprofen on the Mg Alloy AZ31. *ECS Transactions*, 84(1), 243. <https://doi.org/10.1149/08401.0243ecst>
- Jenkins, G. M., & Kawamura, K. (1976). *Polymeric carbons: Carbon fibre, glass and char*. Cambridge University Press.

- Kralik, M., & Biffis, A. (2001). Catalysis by metal nanoparticles supported on functional organic polymers. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 177(1), 113-138. [https://doi.org/10.1016/S1381-1169\(01\)00313-2](https://doi.org/10.1016/S1381-1169(01)00313-2)
- Li, S., Jasim, A., Zhao, W., Fu, L., Ullah, M. W., Shi, Z., & Yang, G. (2018). Fabrication of ph-electroactive bacterial cellulose/polyaniline hydrogel for the development of a controlled drug release system. *Es mater. Manuf.*, 1, 41-49. <https://doi.org/10.30919/esmm5f120>
- Moses, P. R., Wier, L., & Murray, R. W. (1975). Chemically modified tin oxide electrode. *Analytical Chemistry*, 47(12), 1882-1886. <https://doi.org/10.1021/ac60362a043>
- Singh, P., Srivastava, S., & Singh, S. K. (2017). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sensing through electrochemically deposited thionine coated ITO thin film. *Cellular and Molecular Biology*, 63(6), 56-59. <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2017.63.6.13>
- Snell, K. D., & Keenan, A. G. (1979). Surface modified electrodes. *Chemical Society Reviews*, 8(2), 259-282. <https://doi.org/10.1039/CS9790800259>
- Sönmez Çelebi, M., Kırak Kara S., & Çoşkun Kurt, N. (2020). Electrocatalytic oxidation of formic acid using Pt nanocatalyst supported on PVF-PANI composite. *Ordu University Journal of Science and Technology*, 10(1), 13-22. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ordubtd/issue/55660/755194>
- Thiagarajan, S., Tsai, T. H., & Chen, S. M. (2009). Easy modification of glassy carbon electrode for simultaneous determination of ascorbic acid, dopamine, and uric acid. *Biosensors and Bioelectronics*, 24(8), 2712-2715. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2008.12.010>
- Wang, Y., Zhang, Y., Wang, Y., Zhu, R., Chen, Y., Liu, X., Xu, J., Li, M., & Wang, D. (2021). Urea detection of electrochemical transistor sensors based on polyaniline (PANI)/MWCNT/cotton yarns. *Electroanalysis*. 33, 1-12. <https://doi.org/10.1002/elan.202100303>
- Yang, R., Ruan, C., Dai, W., Deng, J., & Kong, J. (1999). Electropolymerization of thionine in neutral aqueous media and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> biosensor based on poly (thionine). *Electrochimica Acta*, 44(10), 1585-1596. [https://doi.org/10.1016/S0013-4686\(98\)00283-7](https://doi.org/10.1016/S0013-4686(98)00283-7)

## Molecular Docking and DFT Analysis of Methallyl Substituted N-Heterocyclic Carbene Salts for Potential Anticancer Activity

Elvan Üstün<sup>1</sup> , Neslihan Şahin<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Ordu University, Faculty of Art and Science, Department of Chemistry, Ordu

<sup>2</sup>Cumhuriyet University, Faculty of Education, Department of Basic Education, Sivas

Geliş Tarihi / Received Date: 02.08.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 13.09.2021

### Abstract

The research recorded that growth hormones are effective in malignant cell formation and metastasis in many types of cancer. The releasing of vascular endothelial growth hormone has regulated by vascular endothelial growth hormone receptor. Therefore, inhibition of the vascular endothelial growth hormone receptor is important in hindering the formation of cancerous cells and metastasis. Many new molecules have been synthesized for fighting against cancer and their anticancer activity has been investigated. Since the first synthesis of N-heterocyclic carbene molecules, many bioactivities research has been performed and some of them have become drug that used in treatment procedures. Due to the difficulty and cost of the methods used to examine the bioactivities of molecules, the foresight regarding the activities of possible active molecules is valuable. It is useful to make these preliminary evaluations in-silico methods. Comparing the results of the experimental analysis with the in-silico results is important in terms of having information about the validity of computational methods. In this study, N-heterocyclic carbene type benzimidazolium cations were analyzed with DFT/TDDFT computational methods and molecular docking for vascular endothelial growth factor receptor-2.

**Keywords:** N-heterocyclic carbenes, anti-cancer, molecular docking, DFT

## Antikanser Aktivite için Metallil Sübstitüe N-Heterosiklik Karben Tuzlarının Moleküler Doking ve DFT Analizi

### Özet

Çalışmalar büyüme hormonlarının, birçok kanser türündeki kötü huylu hücre oluşumunu ve metastazı etkilediğini göstermektedir. Vasküler endotelial büyüme hormonunun salınımı, vasküler endotelial büyüme hormonu reseptörü tarafından düzenlenir. Bu nedenle, vasküler endotelial büyüme hormonu reseptörünün inhibisyonu, kanserli hücrelerin ve metastaz oluşumunun engellenmesinde önemlidir. Kansere karşı savaşmak için çok sayıda yeni molekül sentezlenmektedir ve bunların antikanser aktiviteleri araştırılmaktadır. N-heterosiklik karben moleküllerinin ilk sentezinden bu yana birçok biyoaktivite çalışması yapılmış ve bir kısmı tedavi prosedürlerinde kullanılan ilaç haline gelmiştir. Moleküllerin biyoaktivitelerini incelemek için kullanılan yöntemlerin zorluğu ve maliyeti nedeniyle, olası aktif moleküllerin aktivitelerine ilişkin öngörüler değerlidir. Bu ön değerlendirmeleri in-siliko yöntemlerle yapmakta fayda vardır. Deneysel analiz sonuçlarının in-silico sonuçlarla karşılaştırılması, hesaplama yöntemlerinin geçerliliği hakkında bilgi sahibi olmak açısından önemlidir. Bu çalışmada, N-heterosiklik karben tip benzimidazolium katyonları, vasküler endotelial büyüme faktörü reseptörü-2, DFT / TDDFT hesaplama yöntemleri ve moleküler doking ile analiz edildi.

**Anahtar Kelimeler:** N-heterosiklik Karbenler, anti-kanser, moleküler doking, DFT

## Introduction

Carbenes are neutral molecules containing a divalent carbon with a six-electron valence shell. These molecules, which are coordinatively unsaturated and unstable due to incomplete electron octet, are known as highly reactive intermediate forms in organic transformations such as cyclopropanation (Jahnke & Hahn, 2016). The first metal-carbene complex was synthesized by Wanzlick and Öfele in the following years (Öfele, 1968; Wanzlick & Schönherr, 1968). After the synthesis of 1,3-bis(adamantyl)imidazole-2-ylidene molecule, which was the first NHC, remarkable stability and relatively simple synthesis of this family take the attention of many scientists and became the subject of studies in a wide variety of studies (Arduengo et al., 1991). The well-known catalytic activity of NHC molecules must also be highlighted (Slimani et al., 2021). Many bioactivity properties of these molecules have been studied such as antibacterial, antioxidant and anti-cancer (Gürbüz et al., 2020; Haque et al., 2015). Also, the NHC-derived molecules currently used in various treatment procedures are considerable (Saijadi et al., 2019).

DFT has been very popular for calculating the solid-state structures since 1970 and provides useful information within the constraints of quantum chemical calculations (Kohn et al., 1996). Recently, the variety of basis sets and compatibility with experimental results has expanded the use of this method (Becke, 2014). The information obtained from the structural analysis provides useful information about reactivity. Frontier orbital analyzes are effectively used in qualitative analysis of active residues in electron exchange reactions and in relative quantitative analysis (Dewar, 1989). Moreover, with the Koopman Theory, the global reactivity descriptors obtained from the HOMO and LUMO orbital energies of the molecules allow investigations at a quantitative level (Jaque & Toro-Labbé, 2002; Morell et al., 2005).

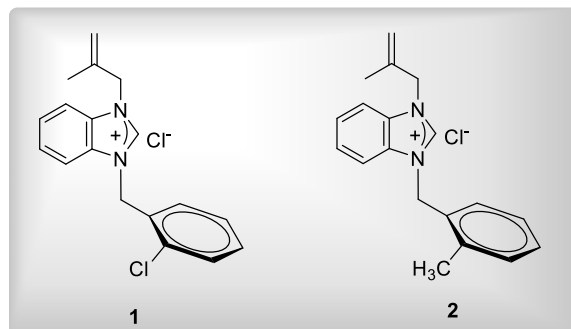
Molecular docking studies are considered an essential tool in-silico drug design study (De Ruyck et al., 2016). Molecular docking provides information about how two or more molecules interacts with each other. With a simple determination, docking is a molecular modeling technique that ensures predicting how a small molecule interacts with macromolecules such as protein (Ferreira et al., 2015; Sharif Siam et al., 2020). The supramolecular complexes formed by the interaction of a protein, enzyme, or nucleic acid with a small molecule play an important role in the analysis of protein dynamics (Sayin et al., 2015; Tezer & Karakus, 2009).

Cancer is one of the most important diseases that cause death (<https://www.who.int/health-topics/cancer>). Millions of people receive cancer treatment every year. The effectiveness and side effects of cancer drugs are the important problems of known treatment procedures (Suter, & Ewer, 2013). For this reason, studies on new selective cancer drugs are continuing (Mayor, 2015). Due to the limited facilities, it is not possible to evaluate the cancer activities of all possible active molecules. One of the solutions to this problem is to analyze the active molecules in-silico methods.

The formation of new blood vessels from existed ones is called angiogenesis, which is essential in cell growth, tissue repair, wound healing (Carmeliet, 2003). Angiogenesis is associated with some diseases such as rheumatoid arthritis, diabetes, and cancer. The control of angiogenesis is directly related to the formation and growth of malign cells. Regulation of angiogenesis depends on growth factors such as Vascular Endothelial Growth Factors (VEGFs) (Bisht et al., 2010). One of the receptors of VEGF is Vascular Endothelial Growth Factor Receptor-2 (VEGFR-2). VEGFR-2 activation is effective in control of tumor growth and metastasis. Overexpression of VEGFR-2 has been recorded in breast, cervical, and non-small cell lung cancer. Therefore, in recent years, VEGFR-2 inhibitors have been developed (Karkkainen & Petrova, 2000). Inconvenience of angiogenesis by inhibition of VEGFR-2 is used as a strategy for the design of selective cancer agents. Therefore, VEGFR-2 inhibition activity of a molecule can be considered as an indicator for its anticancer activity (Shah et al, 2021).

In this study, previously synthesized and characterized 1-methallyl-3-(2-chlorobenzyl) benzimidazolium chloride (**1**) and 1-methallyl-3-(2-methylbenzyl) benzimidazolium chloride (**2**) were optimized DFT/TDDFT methods (Figure 1) (Şahin et al., 2019). HOMO and LUMO regions of the

molecules were determined. Also, global reactivity descriptors of the molecules were calculated with the energies of HOMO and LUMO. Finally, the interactions of the molecules with VEGFR-2 crystal structures were evaluated by the molecular docking method.



**Figure 1.** Methallyl Substituted N-heterocyclic Carbene Salts

### Material and Method

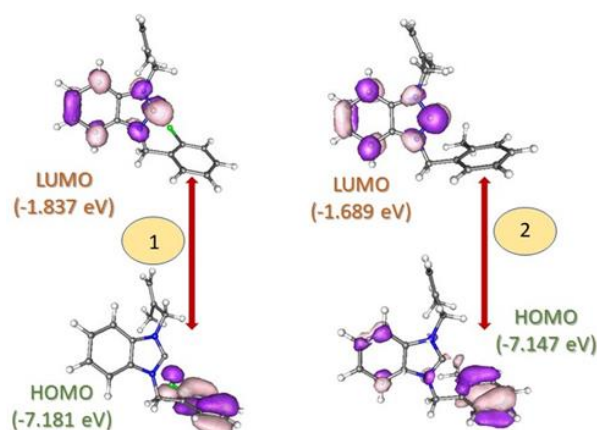
B3LYP functional was used for DFT calculations with the resolution-of-the-identity (RI) approximation, the tightscf, a def2-TZVP/ def2-TZVP/J basis set and grid4 options by ORCA version 2.8 (Neese, 2012; Neese, 2009; Neese, 2006)). Global reactivity descriptors were also calculated by using HOMO and LUMO energies of optimized molecules (Choudhary et al., 2019; Vijayan et al., 2019).

AutoDock 4.2. with crystal structure of VEGFR-2 enzyme from RCSB protein data bank (PDB code: 1YWN) was used for molecular docking (<https://www.rcsb.org/structure/1YWN>) Water in the proteins was removed and Kollman charges and polar hydrogen atoms were evaluated for VEGFR-2 in the docking process. Gasteiger charges, randomized starting positions, optimizations, and torsions have been evaluated for molecules. The genetic algorithm population was used as 150 while applying Lamarkian genetic algorithms (Bikadi & Hazai, 2009; Morris & Lim-Wilby, 2008; Wei et al., 2002).

### Result and Discussion

DFT-based calculation methods provide useful information about the structural properties of molecules. The energy and location of HOMO and LUMO orbitals of the molecules give useful information about the reactivity and active sites of the molecules in the reactions based on electron exchange. While the HOMO orbitals of the **1** and **2** are located on benzyl part of molecules, the LUMO orbitals are located on the benzimidazole regions. These results mean that while the molecules realize their electron-accepting through benzimidazole, they will donate electrons through benzyl (Figure 2).

According to the Koopman theory, the activity of the molecules can be predicted by using the energies of the HOMO and LUMO orbitals. Global reactivity descriptors included well-known quantities such as electron affinity, electronegativity, and ionization potential are criteria used to examine the reactivity of molecules. Moreover, chemical hardness, electrophilicity index, and chemical softness are developed as new criteria. Ionization potential, electron affinity, and electronegativity of **1** are higher than **2**. The chemical hardness and softness values of both molecules can be examined in Table 1, and it is noted that **2** is softer. On the other hand, **1** has a higher electrophilicity index. It is concluded that **1** is more active than **2** with the global reactivity descriptors.



**Figure 2.** Graphical Illustrations and The Energies of HOMO and LUMO Orbitals of the Molecules

The molecular docking method has been frequently used in pharmaceutical chemistry research recently and is considered an essential tool. This method provides information about how small molecules interact with certain macromolecular structures. In this study, the anticancer activities of molecules that were analyzed previously with in-vitro cytotoxicity methods were compared with molecular docking results. In this study, interactions with VEGFR-2 molecule, which is known to be responsible for the formation, growth, and proliferation of cancerous cells, were investigated.

**Table 1.** The Calculated Quantum Chemical Parameters\* for The Lower Energy Conformers each of 1 and 2 (in eV)

	<i>IP</i>	<i>EA</i>	$\chi$	$\eta$	$\delta$	$\omega$
1	7.181	1.837	4.509	2.672	0.187	3.802
2	7.147	1.689	4.418	2.729	0.183	3.572

\**IP*: Ionization Potential ( $-E_{HOMO}$ ); *EA*: Electron Affinity ( $-E_{LUMO}$ );  $\chi$ : Electronegativity;  $\eta$ : Chemical Softness;  $\delta$ : Chemical Hardness;  $\omega$ : Electrophilicity Index

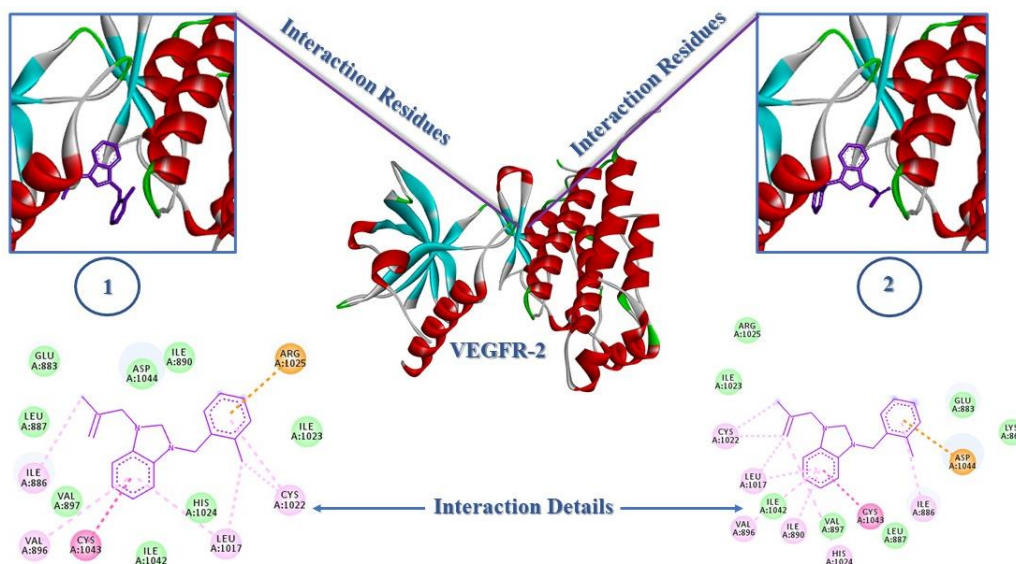
**Table 2.** Molecular Docking Results of 1 and 2 for VEGFR-2 Target

Molecules	Bind. Aff.*	Amino Acids Residue
1	-6.79	Cys1043, Asp1044, Glu883, Lys866, Leu887, Val897, Ile1042, Ile1023, Arg1025, Cys1022, Leu1017, Val896, Ile890, His1024, Ile886
2	-6.64	Cys1043, Arg1025, Ile1023, His1024, Ile1043, Val897, Leu887, Glu883, Asp1044, Ile890, Ile886, Val896, Leu1017, Cys1022

\* *Binding Affinity in kcal/mol.*

The molecules interacted with the same region of VEGFR-2 included Cys1043, Asp1044, Val896, Cys1022 amino acids but the different interaction types and binding affinity were calculated (Table 2). The binding energy for **1** was calculated as -6.79 kcal/mol and -6.64 kcal/mol was calculated for **2**. Amide- $\pi$  interaction with Cys1043 and  $\pi$ -anion interaction with Asp1044 contributed to the binding energy of **1**. **2** realized the  $\pi$ -cation interaction with Arg1025 and amide- $\pi$  interaction with Cys1043,  $\pi$ -alkyl interactions with Ile886, Val896, Leu1017, and Cys1022 were recorded (Figure 3).





**Figure 3.** The Best Molecular Docking Pose of 1 and 2 with VEGFR-2 Crystal Structure

The cytotoxic activities of the molecules against MCF-7 and MDA-MB-231 breast cancer and DU-145 prostate cancer cells were investigated, and no activity was detected in 24-hour studies. In the 48-hour studies, only activity against prostate cancer was detected and the activity of **2** was higher than **1**. While **2** showed higher activity in breast cancer, **1** presented higher activity in MDA-MB-231 and DU-145. Although no major difference was noted with respect to molecular docking results, it is expected that **1** has stronger interactions and therefore will inhibit VEGFR-2 more effectively. As concluded, due to the VEGFR-2 inhibition results obtained in-silico, **1** could have better anticancer activity. These results agree with the experimental results obtained for MDA-MB-231 and DU-145.

### Authors' Contributions

All authors contributed equally to the study.

### Statement of Research and Publication Ethics

The author declares that this study complies with Research and Publication Ethics.

### Conflicts of Interest

There is no conflict of interest between the authors.

### ORCID

Elvan Üstün  <https://orcid.org/0000-0002-0587-7261>

Neslihan Şahin  <https://orcid.org/0000-0003-1498-4170>

### References

- Arduengo III, A. J., Harlow, R. L., & Kline, M. (1991). A stable crystalline carbene [Erratum to document cited in CA114 (7): 62009r]. *Journal of the American Chemical Society*, 113(7), 2801-2801. <https://doi.org/10.1021/ja00007a092>
- Becke, A. D. (2014). Perspective: Fifty years of density-functional theory in chemical physics. *The Journal of Chemical Physics*, 140(18), 18A301. <https://doi.org/10.1063/1.4869598>
- Bikadi, Z., & Hazai, E. (2009). Application of the PM6 semi-empirical method to modeling proteins enhances docking accuracy of AutoDock. *Journal of Cheminformatics*, 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/1758-2946-1-15>

- Bisht, M., Dhasmana, D. C., & Bist, S. S. (2010). Angiogenesis: Future of pharmacological modulation. *Indian Journal of Pharmacology*, 42(1), 2. <https://doi.org/10.4103/0253-7613.62395>
- Carmeliet, P. (2003). Angiogenesis in health and disease. *Nature Medicine*, 9(6), 653-660. <https://doi.org/10.1038/nm0603-653>
- Choudhary, V., Bhatt, A., Dash, D., & Sharma, N. (2019). DFT calculations on molecular structures, HOMO–LUMO study, reactivity descriptors and spectral analyses of newly synthesized diorganotin (IV) 2-chloridophenylacetohydroxamate complexes. *Journal of Computational Chemistry*, 40(27), 2354-2363. <https://doi.org/10.1002/jcc.26012>
- De Ruyck, J., Brysbaert, G., Blossey, R., & Lensink, M. F. (2016). Molecular docking as a popular tool in drug design, an in-silico travel. *Advances And Applications in Bioinformatics and Chemistry: AABC*, 9, 1. <https://doi.org/10.2147/AABC.S105289>
- Dewar, M. J. (1989). A critique of frontier orbital theory. *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, 200, 301-323. [https://doi.org/10.1016/0166-1280\(89\)85062-6](https://doi.org/10.1016/0166-1280(89)85062-6)
- Ferreira, L. G., Dos Santos, R. N., Oliva, G., & Andricopulo, A. D. (2015). Molecular docking and structure-based drug design strategies. *Molecules*, 20(7), 13384-13421. <https://doi.org/10.3390/molecules200713384>
- Gürbüz, N., Kaloğlu, N., Kızrak, Ü., Özdemir, İ., Türkmen, N. B., Çiftçi, O., ... Naceur, H. (2020). Silver (I) N-heterocyclic carbene complexes: Synthesis, characterization and cytotoxic properties. *Journal of Organometallic Chemistry*, 923, 121434. <https://doi.org/10.1016/j.jorganchem.2020.121434>
- Haque, R. A., Choo, S. Y., Budagumpi, S., Iqbal, M. A., & Abdullah, A. A. A. (2015). Silver (I) complexes of mono-and bidentate N-heterocyclic carbene ligands: synthesis, crystal structures, and in vitro antibacterial and anticancer studies. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 90, 82-92. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.11.005>
- Jahnke, M. C., & Hahn, F. E. (2016). Introduction to N-heterocyclic carbenes: Synthesis and stereoelectronic parameters. In Silvia Diez-Gonzalez (ed.), *Laboratory Curiosities to Efficient Synthetic Tools* (pp. 1-45). <https://doi.org/10.1039/9781782626817-00001>
- Jaque, P., & Toro-Labbé, A. (2002). Characterization of copper clusters through the use of density functional theory reactivity descriptors. *The Journal of Chemical Physics*, 117(7), 3208-3218. <https://doi.org/10.1063/1.1493178>
- Karkkainen, M. J., & Petrova, T. V. (2000). Vascular endothelial growth factor receptors in the regulation of angiogenesis and lymphangiogenesis. *Oncogene*, 19(49), 5598-5605. <https://doi.org/10.1038/sj.onc.1203855>
- Kohn, W., Becke, A. D., & Parr, R. G. (1996). Density functional theory of electronic structure. *The Journal of Physical Chemistry*, 100(31), 12974-12980. <https://doi.org/10.1021/jp960669I>
- Mayor, S. (2015). Side-effects of cancer drugs are under-reported in trials. *The Lancet Oncology*, 16(3), 107. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)70023-9](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70023-9)
- Morell, C., Grand, A., & Toro-Labbe, A. (2005). New dual descriptor for chemical reactivity. *The Journal of Physical Chemistry A*, 109(1), 205-212. <https://doi.org/10.1021/jp046577a>
- Morris, G. M., & Lim-Wilby, M. (2008). Molecular docking. In *Molecular modeling of proteins* (pp. 365-382). Humana Press. [https://doi.org/10.1007/978-1-59745-177-2\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-59745-177-2_19)
- Neese, F. (2006). A critical evaluation of DFT, including time-dependent DFT, applied to bioinorganic chemistry. *JBIC Journal of Biological Inorganic Chemistry*, 11(6), 702-711. <https://doi.org/10.1007/s00775-006-0138-1>

- Neese, F. (2009). Prediction of molecular properties and molecular spectroscopy with density functional theory: From fundamental theory to exchange-coupling. *Coordination Chemistry Reviews*, 253(5-6), 526-563. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2008.05.014>
- Neese, F. (2012). The ORCA program system. *WIREs Comput Mol Sci*, 2, 73–78. <https://doi.org/10.1002/wcms.81>
- Öfele, K. (1968). 1, 3-Dimethyl-4-imidazolinylden-(2)-pentacarbonylchrom ein neuer Übergangsmetall-carben-komplex. *Journal of Organometallic Chemistry*, 12(3), 42-43.
- Şahin, N., Şahin-Bölükbaşı, S., & Marşan, H. (2019). Synthesis and antitumor activity of new silver (I)-N-heterocyclic carbene complexes. *Journal of Coordination Chemistry*, 72(22-24), 3602-3613. <https://doi.org/10.1080/00958972.2019.1697808>
- Sajjadi, M., Nasrollahzadeh, M., & Tahsili, M. R. (2019). Catalytic and antimicrobial activities of magnetic nanoparticles supported N-heterocyclic palladium (II) complex: A magnetically recyclable catalyst for the treatment of environmental contaminants in aqueous media. *Separation and Purification Technology*, 227, 115716. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115716>
- Sayin, K., Karakaş, D., Karakuş, N., Sayin, T. A., Zaim, Z., & Kariper, S. E. (2015). Spectroscopic investigation, FMOs and NLO analyses of Zn (II) and Ni (II) phenanthroline complexes: A DFT approach. *Polyhedron*, 90, 139-146. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2015.01.047>
- Shah, A. A., Kamal, M. A., & Akhtar, S. (2021). Tumor angiogenesis and VEGFR-2: Mechanism, pathways and current biological therapeutic interventions. *Current Drug Metabolism*, 22(1), 50-59. <https://doi.org/10.2174/1389200221666201019143252>
- Sharif Siam, M. K., Sarker, A., & Sayeem, M. M. S. (2020). In silico drug design and molecular docking studies targeting Akt1 (RAC-alpha serine/threonine-protein kinase) and Akt2 (RAC-beta serine/threonine-protein kinase) proteins and investigation of CYP (cytochrome P450) inhibitors against MAOB (monoamine oxidase B) for OSCC (oral squamous cell carcinoma) treatment. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1802335>
- Slimani, I., Mansour, L., Özdemir, I., Gürbüz, N., & Hamdi, N. (2021). Synthesis, characterization and catalytic activity of PEPPSI-type palladium–NHC complexes. *Inorganica Chimica Acta*, 515, 120043. <https://doi.org/10.1016/j.ica.2020.120043>
- Suter, T. M., & Ewer, M. S. (2013). Cancer drugs and the heart: importance and management. *European Heart Journal*, 34(15), 1102-1111. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs181>
- Tezer, N., & Karakus, N. (2009). Theoretical study on the ground state intramolecular proton transfer (IPT) and solvation effect in two Schiff bases formed by 2-aminopyridine with 2-hydroxy-1-naphthaldehyde and 2-hydroxy salicylaldehyde. *Journal of Molecular Modeling*, 15(3), 223-232. <https://doi.org/10.1007/s00894-008-0397-6>
- Vijayan, V., Purushothaman, E., Arjunan, V., & Mohan, S. (2019). Quantum Chemical Investigations on the Structure, Bonding Orbitals, Frontier Molecular Orbitals and Reactivity Properties of Diphenylguanidine–Vulcanizing Accelerator. *Chemical Science*, 8(3), 318-330. <https://doi.org/10.7598/cst2019.1575>
- Wanzlick, H. W., & Schönherr, H. J. (1968). Direct synthesis of a mercury salt-carbene complex. *Angewandte Chemie International Edition in English*, 7(2), 141-142.
- Wei, B. Q., Baase, W. A., Weaver, L. H., Matthews, B. W., & Shoichet, B. K. (2002). A model binding site for testing scoring functions in molecular docking. *Journal of Molecular Biology*, 322(2), 339-355. [https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(02\)00777-5](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(02)00777-5)