

T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞAL YETİŞEN BAZI BİTKİLERDEN SUDA ÇÖZÜNEBİLİR
POLİSAKKARİTLERİN TESPİTİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SULTAN YAZMAZ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. NEVZAT ESİM

BİNGÖL-2021

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezimi hazırlarken bilgisini, anlayışını, yardımlarını, hoşgörüsünü, deneyimlerini benden esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Nevzat ESİM'e, çoğu deneylerimde bana gerekli yardımlarda bulunan deneyimlerini ve bilgi birikimlerini benden esirgemeyen Doç.Dr. İbrahim Halil GEÇİBESLER'e, Doç. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU'na, Öğr. Gör. İnan DURSUN'a, Arş. Gör. Gürkan AYKUTOĞLU'na ve diğer bölüm hocalarıma, bana her türlü desteği veren ve tezin her aşamasında bana yardımcı olan değerli arkadaşlarım Dilek KORKMAZ ve Esra MESCI'ye ve bana sonsuz güvenleri olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Sultan YAZMAZ

Bingöl-2021

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	1
1.2. Karbohidratlar	2
1.2.1. Monosakkaritler	3
1.2.2. Disakkaritler	4
1.2.3. Polisakkaritler	4
1.3. Suda Çözünen Polisakkaritler	5
1.4. Polisakkaritlerin Biyolojik Aktiviteleri	6
1.5. Çalışmada Kullanılacak Bitkilerin Özellikleri	6
1.5.1. <i>Astragalus brachycalyx</i>	6
1.5.2. <i>Rosa canina</i>	7
1.5.3. <i>Eremurus spectabilis</i>	7
1.5.4. <i>Scorzonera latifolia</i>	7
1.5.5. <i>Crataegus orientalis</i>	8
2. KAYNAK ÖZETİ	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Bitkilerin Toplanması Ve Kullanılır Hale Gelmesi	14
3.2. Suda Çözünebilir Polissakkaritlerin Ekstraksiyonu ve Saflaştırılması	14

3.3. FT-IR analizi	14
3.4. Antikanser Aktivite.....	15
3.4.1. Kanser Hücresi Açma	15
3.4.2. Kanser Hücresi Ekimi.....	15
3.4.2.1. Kanser hücrelerine suda çözünür polisakkarit uygulanması	15
3.5. Antioksidan Testi	16
3.6. Antimikrobiyal Testi.....	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	18
4.1. Suda Çözünür Polissakkaritlerin FTIR ile Fonksiyonel Grup Analizi.....	18
4.2. Suda Çözünür Polissakkaritlerin Antikanser Aktiviteleri	21
4.3. Suda çözünür polissakkaritlerin antioksidan analizi	24
4.4. Antimikrobiyal aktiviteler	27
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. <i>Astragalus brachycalyx</i> 'in suda çözünür polisakkaritlerinin FTIR spektrumu ...	19
Şekil 2. <i>Rosa canina</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerinin FTIR spektrum	19
Şekil 3. <i>Crataegus orientalis</i> 'in suda çözünür polisakkaritlerinin FTIR spektrumu	20
Şekil 4. <i>Eremurus spectabilis</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritinin FTIR spektrumu.	20
Şekil 5. <i>Scorzonera latifolia</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritinin FTIR spektrumu..	21
Şekil 6. <i>Crataegus orientalis</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerinde ki etkisi	21
Şekil 7. <i>Eremurus spectabilis</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerindeki etkisi	22
Şekil 8. <i>Scorzonera latifolia</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerindeki etkisi	22
Şekil 9. <i>Rosa canina</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerindeki etkisi	23
Şekil 10. <i>Astragalus brachycalyx</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerindeki etkisi	23
Şekil 11. <i>Scorzonera latifolia</i> 'in suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan aktivites....	24
Şekil 12. <i>Astragalus brachycalyx</i> 'in suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan etkisi... 25	
Şekil 13. <i>Crataegus orientalis</i> 'in suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan etkisi.....	25
Şekil 14. <i>Eremurus spectabilis</i> 'in suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan etkisi.....	26
Şekil 15. <i>Rosa canina</i> bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan aktivitesi ...	26
Şekil 16. Suda çözünür polisakkaritlerin antifungal etkisi.....	27
Şekil 17. Suda çözünür polisakkaritlerin antibakteriyel etkisi	28

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. 96'lık well plate içerisine konulan antioksidan ve standartların miktarlar.....	16
Tablo 2. Kullanılan besiyerlerinin hazırlanışı.....	17

DOĞAL YETİŞEN BAZI BİTKİLERDEN SUDA ÇÖZÜNEBİLİR POLİSAKARİTLERİN TESPİTİ VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Bingöl koşullarında doğal olarak yetişen beş farklı bitkinin (*Crataegus orientalis*, *Eremurus spectabilis*, *Scorzonera latifolia*, *Rosa canina* ve *Astragalus brachycalyx*) suda çözünebilir polissakkaritlerinin tespiti ve biyolojik aktiviteleri belirlenmiştir. Bitkiler mevsimine göre Bingöl de toplandı, kurutuldu ve suda çözünebilir polissakkaritlerin ekstraksiyonu yapıldı. Ekstraksiyonu yapılan polissakkaritlerin verimi belirlendikten sonra fonksiyonel analizi için FT-IR'ları yapıldı. Biyolojik aktivitelerini belirlemek için antikanser, antioksidan ve antimikrobiyal analizleri yapıldı. Antikanser için SH-SY5Y ve Du-145 hücre hatları kullanıldı. Antioksidan aktivite için DPPH radikali giderme aktivitesi incelendi. Antimikrobiyal aktivite için bir yararlı ve bir patojen maya ile 4 farklı bakteri kullanıldı. FT-IR analizlerine göre çalışılan tüm bitkilerde benzer absorbanlar belirlenmiştir. Antikanser çalışmalarında tüm bitkilerin polissakkaritleri her iki hücre hattında da önemli olumlu etkiler göstermiştir. Çalışılan tüm polissakkaritlerin DPPH radikali giderme aktiviteleri konsantrasyona bağlı olarak değişimler göstermiştir. Antimikrobiyal aktivite olarak polissakkaritlerin etkileri kontrol ile karşılaştırıldığında nispeten önemsiz olarak tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde suda çözünebilir polissakkaritlerin biyolojik aktivitelerinin özellikle antikanser aktivitesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Polisakkarit, antioksidan, antikanser, antimikrobiyal, FTIR.

DETERMINATION OF WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDES FROM SOME NATURALLY GROWING PLANTS AND DETERMINATION OF THEIR BIOLOGICAL ACTIVITIES

ABSTRACT

In this study, the determination and biological activities of water-soluble polysaccharides of five different plants (*Crataegus orientalis*, *Eremurus spectabilis*, *Scorzonera latifolia*, *Rosa canina* and *Astragalus brachycalyx*) naturally grown in Bingöl conditions were determined. Plants were harvested in Bingöl according to the season, dried and water-soluble polysaccharides were extracted. After determining the yield of the extracted polysaccharides, FTIRs were performed for functional analysis. Anticancer, antioxidant and antimicrobial analyzes were performed to determine their biological activities. Cell lines SH-SY5Y and Du-145 were used for anticancer. DPPH radical scavenging activity was performed for antioxidant activity. One beneficial and one pathogenic yeast and 4 different bacteria were used for antimicrobial activity. According to FTIR analysis, similar absorbances were determined in all plants studied. In anticancer studies, the polysaccharides of all plants showed significant positive effects in both cell lines. The DPPH radical scavenging activities of all studied polysaccharides showed variation depending on the concentration. The effects of polysaccharides as antimicrobial activity were found to be relatively insignificant compared to the control. When all these results are evaluated together, it has been determined that the biological activities of water-soluble polysaccharides are high.

Keywords: Polysaccharide, antioxidant, anticancer, antimicrobial, FTIR.

1. GİRİŞ

Bitkiler, hayvanlar ve insanların birbiriyle olan ilişkileri doğada bir denge halindedir. Yapılan bazı arkeolojik kazılar neticesinde eski zamanlar da insanlar bitkileri hem yiyecek olarak hem de sağlık açısından kullandığı görülmektedir. İnsan bitki ilişkisine yönelik ilk veriler 1957-1961 kuzey Irak'ta yapılan bir kazı sonucunda bir mezarda bulunan kalıntılar kabul edilmektedir. Kazılan mezar içerisinde bulunan bazı bitkiler ölen kişinin hayata tekrardan döndüğünde kullanacağına inanılıyordu. Mezardan çıkarılan bitkiler günümüzde tıbbi olarak büyük öneme sahiptirler. Bu da eski zamanlarda insanların bitkilerin ayırdıklarını yani bazılarını yiyecek olarak bazılarını da tıbbi olarak kullandıklarının göstergesidir. (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu 2011)

Günümüzde insan ve bitki arasında ki bağı daha detaylı incelemek ve bitkiler ile ilgili daha güvenilir bilgiler elde etmek için etnobotanik bilim dalı altında çalışmalar yapılmaktadır. Tıbbi bakımından önemi olan bitkiler günümüzde çok sık kullanılmaktadır. İlk olarak Henri leclerc tarafından ortaya atılan fitoterapi bitkilerle tedavi anlamını taşımaktadır. Tıbbi bitkilerin temel amacı sağlığı korumak, hastalıkları önlemek ve iyileştirmektir. Bitkiler kozmetik alanında da çok sık kullanılmaya başlanmıştır (Kahveci vd., 2018). Eski çağlardan günümüze kadar geçen süre zarfında insanoğlu kendi ihtiyaçları için bitkisel kaynakları faydalanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunluğu geçim kaynağını bitki kaynaklarının satımından elde etmektedir. Gıda, kozmetik, tekstil gibi kullanım alanları bir tarafa aynı zaman da tıp alanlarında da kullanılmaktadır. Hastalıkların tedavisinin %80'i bitkisel kaynaklardan yapılmaktadır. Yapılan pek çok çalışmada bitkisel kaynakların sentetik kaynaklardan daha güvenli olduğunu göstermektedir. Modern çağda bitkisel tedavilerin yerini sentetik tedaviler almıştır. Ancak sentetik tedavilerin yan etkileri ve maliyeti artınca tekrardan gözler bitki kaynaklı tedavilere çevrilmiştir. Bitkilerin nasıl kullanılacağı insanlar tarafından deneme yanılma yöntemiyle öğrenilmiştir. En eski bitki kullanımı yaklaşık 60.000 yıl öncesine

dayanmaktadır. Ayrıca Eski Mısır yazılarına göre binlerce yıl boyunca Kuzey Afrika'da kullanıldığını da göstermektedir (Kahveci vd., 2018).

Şifalı bitkiler sağlık konusunda yeteri kadar gelişmemiş ülkelerde değil aynı zamanda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler tarafından da çok tercih edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre sağlık tesisi bulunmayan ülkelerin %60'ı bitkisel kaynaklı tedavileri tercih etmektedir. Türkiye yaklaşık 11.000 takson ile zengin bir floraya sahiptir. Bu bitkilerin yaklaşık 500 taksona yakını şifalı yani tıbbi olarak halk ve ilgili kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır. Türkiye de ki bu bitki çeşitliliği Avrupa kıta florasına neredeyse eşdeğerdir. Türkiye de gıda olarak kullanılan henüz literatüre girmeyen pek çok bitkininde mevcut olduğu düşünülmektedir (Polat, 2019).

Bitkiler yaşamlarını sürdürmek, çoğalma, savunma ve gelişim ile ilgili mekanizmalar için metabolitler içermektedirler. Bu metabolitler primer ve sekonder olmak üzere iki ana başlıkta toplanır. Sekonder metabolitler normal ve stres koşulları altında tozlaşma, savunma ve korumaya yardımcı olan bileşiklerdir. Primer metabolitler ise hücre gelişim metabolizmasında büyük bir yere sahiptir. Bitkinin tüm kısımlarında bulunmakla birlikte daha çok tohumları da ve vejetatif dokularında birikir. Primer metabolitler ve sekonder metabolitler tüketiciler tarafından kullanılan en temel maddelerdir.(Altınışık, 2010). İnsanoğlu için çok büyük önem arz eden bileşenler karbohidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler ve minerallerdir. Bu bileşenler bitki metabolizmasında üretilen ve en çok ihtiyaç duyulup kullanılan bileşenlerdir (Yin, et.al, 2019).

1.2. Karbohidratlar

Karbon bileşikleri canlı hayatının devamı için önemli bir yere sahiptir. Karbon bileşiklerin üretimi ile ilgili temel görev bitkilere düşmektedir. Karbohidratlar bitkilerde gerçekleşen fotosentez olayı sonucunda üretilmektedir (Yıldız, 2018). Bitkilerin büyüüp gelişmesin büyük katkısı olan karbohidratların üretim yeri genellikle yapraklardır. Yapraklar içerisinde bulunan kloroplastlar ışığı yakalamakla görevli olan klorofil pigmentini taşır. Bu klorofil pigmenti bitkiye yeşil rengini verir (Ersoy, 2005). Kloroplastlar ışığı alıp klorofil yardımıyla besin maddelerinin üretimini sağlar. Oluşan besinlerin başında karbohidratlar gelmektedir. Bu karbohidratlar bitkilerinin hayatını

devam edebilmesi, büyüüp gelişmesi için önemli bir üründür. Yapraklarda gerçekleşen karbohidrat üretimi daha sonra yapraklardan bitkinin diğer bölümlerine doğru taşınır. Karbohidratlar bitkilerin kuru ağırlıklarının %65 ini oluşturur ve bu yüzdelik dilimin bir kısmı yeni dokuların gelişmesine yardım ederken diğer kısmı da depo edilir (Sharon and Lis, 1993).

Primer metabolitlerden biri olan ve birinci enerji kaynağı olan karbohidratlar bitkiler tarafından fotosentez ile üretilirler. Yapılarında karbon (C), oksijen (O) ve Hidrojen (H) bulunur. DNA, RNA ve ATP'nin yapısına katılırlar. Karbohidratlar keton ve aldehit adı verilen bileşenlerden oluşur. Karbohidratlar bulunan karbon sayısı kadar su molekülü barındırır (Lafarga, et.al., 2020). Karbohidratlar genel olarak Monosakkartiler, Dissakkaritler ve Polissakkaritler olarak üç grupta incelenir (Altınışik, 2010).

1.2.1. Monosakkaritler

Keton veya Aldehit yapısında en küçük karbohidratlardır. Bir hidroksil grubu içerebildikleri gibi birden fazla hidroksil grubu içerebilirler. Küçük karbohidratlar olduğundan dolayı daha küçük parçalara ayırlamazlar. Monosakkaritlerin indirgeyici özellikleri mevcuttur. Bu özellikleri halkalı bir yapı oluştururken fazladan oluşan bir karbon atomundan kaynaklanmaktadır. Fazladan oluşan bu karbon atomlarına anomerik karbonlar adı verilir. Monosakkaritler; polisakkaritlerin ve oligosakkaritlerin ana iskeletini oluştururlar. En önemli polisakkaritler deoksiriboz ve riboz şekerini içeren pentozlar ve heksozlardır (Özhanlı, 2021). Besin açısından önem arz eden karbohidratlar glikoz, fruktoz ve galaktozdur. Bunlar da heksoz grubuna aittir. Monosakkaritlerin yapılarında buldukları hidroksil gruplarından dolayı tatlıdır (Yenil vd. 2009).

Doğada en bol miktarda bulunan monosakkarit D-Glukozdur. Çoğunlukla tatlı olan monosakkaritler renksiz ve suda çözünürler. Monosakkarit yapısında bulunan karbonil grubu monosakkaritleri oluşturan karbon zincirinin uç kısmındaysa aldehit, uç kısmı dışında herhangi bir yerdeyse ketondur (Gürel, 2005)

1.2.2. Disakkaritler

Monosakkaritler tarafından oluşturulan anomerik karbonların hidroksil grubunun başka bir hidroksil grubu üzerinden etkileşime geçmesiyle oluşan moleküllerdir. Suda çözünen disakkaritler kanda bulunmazlar. İki monosakkarit glikozit bağıyla birleştirilerek disakkaritleri oluşturur ve bu bağlanma neticesinde oluşan bağ sayısı kadar su molekülü oluşur. Maltoz, sakaroz ve sakaroz önemli disakkaritlerdir. Bu üç disakkaritin yapısında da glikoz bulunur (Altınışik, 2010). Maltoz; Arpa şekeri olarak ta bilinir. 2 glikozun birleşmesiyle maltoz oluşur. Bu 2 glikoz glikozit bağı ile birbirlerine bağlıdırlar. Sakaroz; çay şekeri olarak bilinir. Glikoz ve fruktozun birleşmesiyle oluşur. Sakaroz alkol da çok zor çözünürken suda iyi çözünür. Laktoz; süt şekeri olarak ta bilinir. Glikoz ve galaktozun birleşmesiyle oluşur. Sadece sütte bulunur ve bu yüzden sağlık açısından önemli bir yere sahiptir (Yenil vd. 2009). Disakkaritler suda kolay çözünürler. Ancak direkt disakkarit olarak kullanılmazlar. İlkönce monosakkaritlerine parçalanırlar ve ondan sonra kullanılırlar. Tatlılık oranı disakkarit çeşidine göre farklılık gösterir (Özyurt ve Ötleş, 2014).

1.2.3. Polisakkaritler

Çok fazla sayıda monosakkarit moleküllerinin bir araya gelerek oluşturdukları moleküllerdir (Güven 2018). Çoğunlukla D-Glikoz adı verilen monosakkaritlerden oluşur. polisakkaritler dallanmalarına ve içerdikleri monosakkaritlerin birimlerine göre ikiye ayrılır. Homopolisakkaritler; tek tip monosakkarit birimlerinden oluşan polisakkaritlerdir. Bu homopolisakkaritler depo olarak ta kullanılırlar. Heteropolisakkaritler; farklı tipteki monosakkaritin etkileşimi sonucu oluşurlar. Heteropolisakkaritler daha çok hayvan hücrelerinde desteklik sağlayıp aynı zamanda hücreleri bir arada tutarlar (Çoban ve Bıyık 2008). Polisakkaritler yapılarında bulunan bağlara, bileşenlere, büyüklüklerine gibi değişik farklı sebeplerle sınıflandırılabilirler. Polisakkarit yapısında bulunan atomların üç boyutlu yapıya yönelmeleriyle moleküler içi ve arası etkileşimin oluşmasını sağlarlar. Bundan kaynaklı polisakkaritlerin özellikleri sadece zincir yapılarından değil aynı zamanda molekül içi ve dışı etkileşimlere göre de belirlenir. Polisakkaritlerin molekülüçinde oluşan hidrojen bağları ne kadar fazla ise o kadar hidrofobiktir. Bundan

dolayı su ile etkileşimleri çok azdır (Dağbağlı ve Göksungur 2005). Polisakkaritlerin bazıları depo amacıyla kullanılırken bazıları da yapısal olarak kullanılır. Bundan dolayı polisakkaritler yapısal ve depo olmak üzere iki başlık altında incelenir (Altınsoy ve Yuvalı 2016).



Nişasta; Amiloz ve amilo pektinden oluşan bitkilerde depo olarak kullanılan polisakkaritlerdir. Glikojen; ihtiyaç duyulduğunda acil enerji kaynağı olarak kullanılan glikojen hayvanların depo polisakkaritidir. Kas ve karaciğerde depolanır. Selüloz; çok sert bir yapısı olduğundan suda çözünmezler. Bundan dolayı sindirimleri zordur. Bitki hücre duvarının yapısında bulunurlar. En bol bulunan yapısal polisakkaritdir. Kitin; eklem bacaklıların dış kabuklarında bulunan sert bir yapıdır. Aynı zamanda mantarlarda da bulunur. Doğada selülozdan sonra ikinci en bol bulunan yapısal polisakkaritdir (Doublier et.al 2000).

Bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve diğer âlemlerden elde edilen polisakkaritler sadece enerji açısından kullanılmamaktadır. Aynı zamanda hücreler arasındaki iletişim, sinyal, kan pıhtılaşması gibi görevleri bulunmaktadır. Polisakkaritleri birbirinden ayıran önemli özellikleri glikozit bağının bağlanma şekli ve yapılarında bulundukları glikoz sayıdır (Linhardt et.al 1987).

1.3. Suda Çözünen Polisakkaritler

Polisakkaritlerin suda ki çözünürlüğünü belirleyen etken hidrasyon tepkimesidir. Polisakkaritler arasında kurulan bağların su bağlarına çevrilmesiyle polisakkaritler suda çözünürlük aktivitesi kazanırlar (Yarley et.al. 2021).

Polisakkaritlerin suda çözünmesini etkileyen iki temel faktör bulunur. Polisakkaritler α ve β yapıda bulunabilirler. Bu iki temel faktör polisakkaritlerin çözünürlüğünü belirler. α yapıda bulunan polisakkaritler suda çözünme özelliğini göstermezler. β yapıdaki polisakkaritler dallanmış ve suda çözünme özelliğini gösterirler (Jen et.al. 2021). Yüksek molekül ağırlığı ve gösterdikleri biyolojik aktivitelerden dolayı son zamanlarda yapılan çalışmalarda suda çözünen polisakkaritler ilgi odağı olmuştur (Sila vd. 2014).

1.4. Polisakkaritlerin Biyolojik Aktiviteleri

Son zamanlarda yapılan çalışmalar neticesinde ve elde edilen bilgilerin işe yararlılığı göz önünde bulundurularak polisakkaritlerin gıda ve tıbbi açıdan önemi artmaktadır. Hem suda çözünen hem de suda çözünmeyen ve diğer türevlerinin dahil birçok biyolojik aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Xing et.al. 2013). Yapılan çoğu çalışmalar neticesinde polisakkaritlerin antioksidan, antikanser, antiviral, antibakteriyel gibi birçok biyolojik aktiviteye etki etmiştir (Zhu et.al. 2021). Bunların yanı sıra kan pıhtılaşması, hipoglisemik, yağ düşürücü, vücut dengesi, gıdayı daha uzun saklama gibi birçok etkileri de bulunmaktadır. Kimyasal olarak elde edilen ilaçlara nazaran daha iyi bir sonuç ortaya koyulmuştur. Elde edilen bu sonuçlar neticesinde polisakkaritler tıbbi açıdan bir umut ışığı olmuştur (Yarley et.al. 2021).

1.5. Çalışmada Kullanılacak Bitkilerin Özellikleri

Bu çalışmada Bingöl ilinde toplanan ve doğal olarak yetişen bitkilerden suda çözünen polisakkaritler elde edilmiştir. Bu bitkiler;

1.5.1. *Astragalus brachycalyx*

Astragalus brachycalyx (Geven) Baklagiller (*Fabaceae*) familyasına mensuptur. Genellikle dağlık alanlarda yetişirler. Astragalus cinsine ait yaklaşık 500 taksonu ülkemizde yetişmektedir. Şeker hastalığı, lösemi gibi birçok hastalığın tedavisinde *Astragalus* türlerinden faydalanılmaktadır (Aslanipour, 2017). Aynı zamanda içeriğinde buldukları maddeler antikanser aktivite göstermekte ve Antikor oluşumuna da

yardımcı olmaktadır. Hücrelerin daha sağlıklı ve uzun ömürlü olmasını sağlar ve bu yüzden dolayı birçok kozmetik ürünlerinde kullanılır (Siahpoosh, et.al 2010).

1.5.2. *Rosa canina*

Halk arasında kuşburnu olarak bilinen *Rosa canina* birçok bölgede yetişebilmektedir. *Rosaceae* familyasına aittir. *Rosa canina* dikenli bir yapıya sahiptir. Meyvesi tıp, kozmetik gıda alanlarında fazlasıyla kullanılmaktadır (Koçhan 2010). Genellikle eylül-ekim aylarında olgunlaşan *Rosa canina L.* başta C vitamini olmak üzere içeriğinde bol miktarda vitamin ve minerallerde barındırır. Yapısında limondan daha fazla C vitamini bulunur. Tıbbi açıdan mide ve böbrek hastalıkları ve şeker hastaları tarafından sık kullanılan ve olumlu etkisi olan bir bitkidir. Çok fazla tohumu sahiptir ve genellikle dikenlidir. Bu bitkinin yapılan araştırmalar neticesinde antibakteriyel, antiviral, antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri de bulunmaktadır (Orhan, 2013).

1.5.3. *Eremurus spectabilis*

Liliaceae familyasına ait bu bitki genellikle ülkemizin Doğu anadolu bölgesinde yetişmektedir. Hem tıbbi olarak hem de sebze olarak kullanılan değerli bir bitkidir. Aynı zamanda süs bitkisi olarak satılmaktadır. Kökünün toz haline getirilmesiyle merhem elde edilir. Bu merhem yaraların erken iyileşmesine yardımcı olur. Besin, tıp, çiçekçilik sektörlerinin yanı sıra iyi bir yapıştırıcı haline getirilerek sanayide de kullanılır (Tuncer 2021). Mide rahatsızlıklarından dolayı tamamlayıcı tıpta önerilen bir bitkidir. Sadece mide değil aynı zamanda bağırsak ve diyabet hastaları tarafından da kullanılmaktadır. Bunlar dışında birçok hastalıklarda kullanılan bu bitki antioksidan ve antibakteriyel etkilere de sahiptir. Halk arasında çiris olarak bilinir (Karaođlan 2018) .

1.5.4. *Scorzonera latifolia*

Asteracea familyasına mensup olan *Scorzonera latifolia* halk arasında tekesakalı olarak bilinir. Ülkemizde genellikle Doğu Anadolu bölgesinde tepe yamaçların da yetişir. Kullanım alanlarına göre farklılık gösterir. Tıbbi açıdan kullanılan bir bitkidir. Bazı ülkelerde aynı zamanda baharat ve sebze olarakta kullanılır. Bunların yanı sıra yem gibi

kullanım alanları da bulunmaktadır. *Scorzonera* türleri genel olarak halk arasında kullanılır. Bazıları kurt düşürücü olarak kullanırken moğallar zamanında yeni doğum yapmış emzirme zamanında olan annelerin sütlerinin kesilmemesi için kullanılmıştır. Tıbbi olarak ateş düşürücü, mide ve böbrek rahatsızlıkları, enfeksiyonlar da tamamlayıcı tıpta kullanılması önerilir (Erden, 2013).

1.5.5. *Crataegus orientalis*

Rosaceae familyasına mensup olan *Crataegus orientalis* halk arasında doğu alıcı olarak bilinir. Geçmişten günümüze kadar hem besin hem de tıbbi amaçlı olarak kullanılmıştır. Özellikle kalp rahatsızlıklarına, mide rahatsızlıklarına, tansiyon hastalarına karşı rahatlayıcı özelliği bulunmaktadır. *Crataegus orientalisin* etkili olmasının nedeni yapısında bulundurduğu fenolik birleşiklerdir. Aynı zamanda çok iyi antioksidan etki gösterir. *Crataegus orientalis* antioksidan standartlarından olan E ve C vitamininden daha fazla antioksidan etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Çoklar ve Akbulut 2016).

Eski zamanlardan günümüze kadar insanoğlu hastalıkların tedavisi için bitkileri kullanır. Dünya sağlık örgütünün belirttiklerine göre insanlar hastalıklarını ilk başta bitkisel yöntemleri kullanarak gidermeye çalıştığını ve gelişmiş ülkelerin reçetelerine yazdıkları ilaçların %25 inin bitkisel ilaçlardan oluştuğunu söylemiştir (Polat, 2019).

2. KAYNAK ÖZETİ

Zhu et al. (2020); *Vitaceae* ailesine mensup olan *Tetrastigma hemsleyanum*'un hava kısmından izole edilen polisakkaritin antitümör ve ateş düşürücü etkilerini araştırmılar. Ateş düşürücü etkisi için hipertermi testi ve antitümör için H22 timörü taşıyan fare modelleri kullanılmıştır. *Tetrastigma hemsleyanum*'un hava kısmından elde edilen polisakkaritler oral yoldan fareye verildiğinde hipertermiyi büyük oranda azalttığı ve aynı zamanda H22 timörü taşıyan fare modellerinde timörü % 39,9 oranında inhibe ettiğini gözlemlemişlerdir. Bu yapılan deney ve elde edilen sonuçlar neticesinde *Tetrastigma hemsleyanum*'un hava kısmından elde edilen polisakkaritin timör ve hipertermi için yeni tedavi yöntemlerinin ortaya çıkmasında yeni temellerin ortaya atılacağı düşünülmüştür.

Muhidinov et al. (2020), *Eremurus hissaricus* bitkisinin polisakkaritleri ilgili bir araştırma yapmışlardır. Tacikistanda geleneksel tıpta sıkça kullanılan bu bitkinin kök biyokütlesinin yaklaşık olarak %80 inin karbonhidratlardan oluştuğu tespit edilmiştir. Bu bitkiye uygulanan saflaştırılma yönteminden sonra iki tip polisakkarit elde edilmiştir. Bunlardan bir tanesi suda çözünen glukomannan'. Diğeri ise asitte çözünen galaktoglukomannan'dır. Suda çözünen polisakkaritin asitte çözünen polisakkarite oranla daha fazla vizkositeye ve daha fazla moleküler ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir.

Zhi et al. (2019), Çin'de daha çok yiyecek olan kullanılan *Dioscorea opposita* bitkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada bu bitkinin köklerinden yeni bir polisakkarit tespit etmişlerdir. Bu polisakkarite DOTP-b adı verilmiştir. DOTP-B nin moleküler ağırlığı 5623 Da olduğunu ayrıca bu polisakkaritin bir heteropolisakkarit olduğunu ve glikoz – galaktoz birleşiminden oluştuğu sonucuna varılmıştır. Tespit edilen polisakkaritin radikal süpürücü ve antioksidan etkileri incelendiğinde iyi bir antioksidan olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Feng et al. (2019); *Trapa quadrispinosa*'nın gövdesinden polisakkarit elde etmişlerdir. Polisakkarit eldesinde basınçlı destekli ekstraksiyon adı verilen farklı bir metod kullanılmıştır. Elde ettikleri polisakkariti RAW264.7 makrofaj fare hücre hattı üzerinde anti inflamatuvar aktiviteyi belirlemek için çalışılmıştır.. *Trapa quadrispinosa*'nın gövdesinden elde edilen polisakkaritin bu makrofaj hücre hattı üzerine olumlu etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.. *Trapa quadrispinosa*'dan elde edilen bu polisakkaritin daha fazla araştırılmasıyla iyi bir anti inflamatuvar ajan elde edilebileceği belirtilmiştir.

Xiaoxia et al. (2020); Çin tarafından üretimi yapılan ve Asya ülkelerine nazaran en fazla Çin tarafından tüketilen *Humulus lupulus* bitkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada moleküler ağırlığı 49.12 kDa olan bir polisakkarit elde edilmiştir. Buna HLP50-1 adı verilen bu polisakkarit farklı boyutlarda ve pürüzsüz bir yapıya sahip olduğunu tespit edilmiştir. Bu polisakkaritin ostojenik aktivitesine sahip olduğu MC3T3-E1 hücreleri üzerindeki etkisi incelenerek test yapılmıştır.

Osmunda japonica bitkisinden elde ettikleri polisakkaritleri domateslerin raf ömrü üzerine etkisi çalışılmıştır. İlgili çalışmada. polisakkaritler mikrodalga destekli yöntemle elde edilmiştir. Hasat sonrası domateslerin bozulmasına neden olan 9 çeşit patojenik mikroorganizma ya bu polisakkarit uygulanmış ve uygulanma neticesinde bu polisakkaritin hem gram pozitif hem de gram negatif bakteriler üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. İlgili polisakkaritin aynı zamanda depolanan domateslerde su kaybını engellediğini ve Raf ömrünü 30 günden fazla uzatabildiği belirtilmiştir.

Yin et al., (2017); *Ligustrum lucidum* bitkisinden suda çözünen polisakkarit elde edilerek pıhtılaşma aktivitesi incelenmiştir. Sonuç olarak dört farklı polisakkarit elde edilmiştir. LLp-1a, LLp-1b, LLp-2, LLp-3 olarak isimlendirilen bu polisakkaritler nükleik asit ve protein içermediği belirtilmiştir. Molekül ağırlıklarını; LLp-1a 25,912, LLp-1b 64,919, LLp-2 3.940,246 ve LLp-3 2.975,091 g/mol olarak saptanmıştır. Yapılarında bulunan monosakkaritler farklılığından dolayı bazıları antikoagülan etkisi gösterirken bazıları da prokoagülan etki göstermiştir. Yapılan bu deneyler neticesinde bu dört polisakkaritin pıhtılaşma aktivitesinin olduğunu ve bunların ilaç olarak geliştirilmesi için çalışmalar yapılması sonucuna varılmıştır.

Mzoughi, et al. (2019); *Spinacia oleracea* bitkisinden elde ettikleri polisakkaritlerin HCT116 ve HEK293 hücrelerindeki toksisteye karşı antioksidan etkilerini incelemişlerdir. Terapötik bir ajan olarak kullanılan *Spinacia oleracea* bitkisinden ilk olarak suda çözünür polisakkaritler saflaştırılmıştır. Saflaştırılan polisakkaritleri HCT116 ve HEK293 hücre hatlarına uygulamış ve bu polisakkaritler hücre canlılığını büyük ölçüde düşürmüş ve antioksidan etki göstermişlerdir. Yapılan bu deneyler neticesinde varılan sonuç bu polisakkaritlerin kolon ve böbrek kanserine karşı etkili olduğu ve doğal bir antioksidan aktivite gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Chen et al. (2019); Çin tıbbında yer alan adlay tohumların elde ettikleri polisakkaritlerin diyabetik özellikleri incelenmiştir. Adlay tohumundan suda çözünür bir polisakkarik olan PAS elde edilmiştir. Daha sonra bu elde ettikleri suda çözünür polisakkarit diyabetik fareler üzerine uygulanmıştır. Diyabetik farelere uygulanan PAS insülin salgılamaya başlamış ve aynı zamanda kan şekeri seviyesini azaltarak antidiyabetik bir etki göstermiştir. Bulunan bu bulgulara göre Chen ve arkadaşları adlay tohumundan elde edilen suda çözünen polisakkarit olan PAS'ın ilerde doğal bir antidiyabetik olarak kullanılacağını ve PAS hakkında çalışmalar başlatılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Yin et al. (2019); *Psoralea corylifolia*'den elde ettikleri polisakkaritlerin akciğer kanseri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. İlk önce *Psoralea corylifolia* 1 den polisakkaritleri izole etmişlerdir. Bu polisakkaritleri PCp-I ve PCp-II olarak adlandırmışlardır. Elde edilen polisakkaritlerin sırasıyla $2,721 \times 10^4$ ve $2,850 \times 10^4$ molekül ağırlığına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen bu iki polisakkaritin molar oranlarının farklı olduğunu ancak içerdikleri monosakkaritlerin aynı olduğunu belirtmişlerdir. Bu iki polisakkariti in vitro ortamda akciğer kanseri hücre hatları üzerinde denemişlerdir. Netice olarak PCp-I ve PCp-II nin A549 akciğer kanser hücre hattını önemli ölçüde inhibe ettiğini belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada Senegrain tohumundan elde ettikleri polisakkaritlerin biyolojik aktivitelerini gözlemlemişlerdir. İlk önce senegrain tohumundan polisakkarit saflaştırılmıştır. Bu polisakkarite SWSP olarak adlandırıldıktan sonra 47,42 kDa moleküler ağırlığına sahip olduğunu ve ayrıca bluklu bir ağ yapısından oluştuğunu saptamışlar. SWSP'ni antioksidan, antikanser ve anti bakteriyel özelliklerinin olduğunu

yapılan deneyler neticesinde bulunmuştur. Aynı zamanda SWSP'yi çiğ sığır etine uyguladıklarında etin depolama ve raf ömrünün uzadığının sonucuna varılmıştır.

Yapılan bir çalışma da, *Grifola frondosa*'dan elde ettikleri soğuk suda çözünen polisakkaritlerin SPC-A-1 hücreleri üzerinde ki etkisini ve yapısal özelliklerini araştırmışlardır. Polisakkaritler bazı ısıl işlemlerden geçirilmiş ve GFP-4 'ün bozulmadığı gözlemlenmişlerdir. Yapılan MTT testinin sonuçlarına göre GFP-4'ün SPC-A-1 hücrelerinde büyük oranda bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir. GFP-4'ün SPC-A-1 hücrelerinin çoğalmasını büyük oranda azalttığını saptamışlardır. GFP-4 yapılan ısıl işlemlerden sonra bu aktiviteleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Mizuno et al. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada suda çözünen ve asidik olmak üzere 17 tane polisakkarit elde etmişlerdir. Elde edilen polisakkaritlerin antitümör aktivitesi incelendiğinde elde edilen polisakkaritlerin nötr, asidik ve suda çözünenlerin antitümör aktivitesini büyük oranda gösterdiğini belirtmişlerdir.

Rosa roxburghii meyvesinden elde edilen polisakkaritler hipoglisemik ve fizikomyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda bu polisakkaritlerin iyiyiğ tutma kapasitesine sahip olduğu ve aynı zamanda hipoglisemiğe iyi geldiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda gıdalarda, ilaçlarda ve kozmetiklerde çok iyi bir madde olacağı vurgulanmıştır.

Dendrobium officinale bitkisinden elde ettikleri polisakkaritlerin yapısal ve biyoloji aktivitesinin incelendiği bir çalışmada elde edilen polisakkarit DMP1a-1 olarak isimlendirilmiştir. Denek olarak kullanılan diyabetik farelere uygulandığında kandaki glikoz seviyesini önemli derecede düşürdüğünü ortaya çıkarmışlardır. Aynı zamanda yöntemi hasta olmayan fareler üzerinde denediklerinde glikoz seviyesinde bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Antibakteriyel özelliklerine de bakılan bu suda çözünen polisakkaritlerin aktivite gösterdiklerini ve bakterilerin çoğalmasını engellediğini belirtmişlerdir.

Ganoderma tsugae miselyumundan elde edilen suda çözümlenen polisakkaritlerin antitümör etkisi incelendiğinde bu bitkiden elde ettikleri polisakkaritlerin yaklaşık %50 nin üzerinde bir antitümör aktivite göstermişlerdir.

Huo et al. (2020); anti-tamamlayıcı homojen polisakkaritlerini *A. annua*'dan izole etmek ve karakterize etmek ve izole edilmiş polisakkaritlerin yapıları ve anti-tamamlayıcı aktiviteleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için bir çalışma yapmış. Homojen polisakkaritlerin yapılarını karakterize etmek için homojenlik, moleküler ağırlık, monosakkarit bileşimi, metilasyon ve NMR analizi yapıldı. Kompleman aktivasyon kademesindeki anti-tamamlayıcı aktiviteleri ve hedefleme bileşenleri, hemolitik deneylerle değerlendirilmiş. Sonuç olarak *A. annua*'dan üç homojen polisakarit (AAP01-1, AAP01-2 ve AAP01-3) elde edilmiş. AAP01-1, mannoz, ramnoz, glukuronik asit, galakturonik asit, glukoz, galaktoz ve arabinozdahil olmak üzere yedi monosakkaritten oluşmuştur. AAP01-2 ve AAP01-3, glukuronikasitin olmaması dışında AAP01-1 ile benzer monosakkaritlere sahipti. Hepsi farklı galakturonik asit içeriklerine sahip dallanmış asidik heteropolisakkaritlerdi (sırasıyla AAP01-1, AAP01 2 ve AAP01-3 için %8, %28 ve %15). AAP01-2, klasik yolla $0,360 \pm 0,020$ mg / mL CH50 değeriyle ve alternatif yolla $0,547 \pm 0,033$ mg / mL AP50 değeriyle güçlü anti-tamamlayıcı aktivite göstermiştir. AAP01-3, biraz daha zayıf aktivite sergilerken, AAP01-1 inaktifti. Ayrıca, AAP01-2, C1q, C3, C4, C5 ve C9 bileşenleri üzerinde etkili olmuş ve AAP01-3, tamamlayıcı sistemin aktivasyon kademesinde C3, C4 ve C5 bileşenleri ile etkileşime girmiş. Bu sonuçlar, nispeten yüksek galakturonik asit içeriklerinin, *A. annua*'dan gelen polisakkaritlerin anti-tamamlayıcı aktiviteleri için önemli olduğunu göstermiş.

Bu çalışmada etnobotanik çalışmalarda da belirtildiği gibi halk tarafından sağlık ve gıda kaynaklı olarak kullanılan *Scorzonera sp.*, *Astragalus sp.*, *Crataegus sp.*, *Rosacarina L.*, *Eremurus spectabilis M. Bieb.* gibi 5 farklı taksonda suda çözümlenen polisakkaritlerin tespiti yapılacaktır. Bu çalışmada; son yıllarda yapılan çalışmalarla biyolojik etkilerinin önemi ortaya çıkan suda çözümlenen polisakkaritlerin çalışılacak taksonlarda da tespit edilmesi, kapasitelerinin ve biyolojik aktivitelerinin ortaya konulması amaç edinilmiştir. Elde edilecek sonuçlar ilgili taksonların gıda ve sağlık alanlarındaki etki mekanizmasının aydınlatılmasına olanak sağlama potansiyeline sahiptir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Bitkilerin Toplanması ve Kullanılır Hale Gelmesi

Çalışmada kullanılacak bitkiler Bingöl ili doğal yayılış alanlarında tespit edilerek toplanmıştır. Çalışma için uzun yıllardır yerel halk tarafından değişik nedenlerle kullanılan bitkiler seçilmiştir. Yapılan literatür taraması sonucunda şu 5 bitki toplandı. Bu bitkiler; *Scorzonera sp.*, *Astragalus sp.*, *Crataegus sp.*, *Rosacacina L.*, *Eremurus spectabilis M. Bieb.*'dir. Toplanan her bir bitkinin herbaryum örneği hazırlandı ve tür teşhisi Prof. Dr. Rıdvan POLAT tarafından yapıldı. Yeterli miktarda toplanan bitki örnekleri laboratuvar ortamında serin ve kuru ortamda kurutuldu. Tür teşhisi yapılmış ve kurutulmuş örnekler çalışmanın diğer parametreleri yapıncaya kadar -20 °C de tutuldu.

3.2. Suda Çözünabilir Polissakkaritlerin Ekstraksiyonu ve Saflaştırılması

Kurutulan bitkiler bitki öğütücü cihazı tarafından toz haline getirildi. Toz haline getirilen bitkiler öncelikle saf su içerisinde 1 saat kaynatıldı. Kullanılan saf su miktarı ile bitki arasında 1 e 10 oranı faz alındı. Kaynatma işlemi bittikten sonra süzme işlemi yapıldı. Süzülen ekstrat içerisinde TCA eklendi ve 3 saat +4 te bekletildi. Daha sonra +4 ten alınıp üzerine saf etil alkol koyuldu. 3 gün bekledikten sonra suda çözünür polissakkaritler ekstrat yüzeyine çıktı ve toplanıp bir kaba alındı. Daha sonra balonlara konulup liyofilizasyon işlemine maruz bırakıldı. Liyofilizasyon işleminden sonra toz haline getirilen bitkiler diğer parametrelerde kullanılmak üzere -20 ye konuldu.

3.3. FT-IR Analizi

Liyofilizasyon işleminden sonra elde edilen suda çözünen polisakkaritlerden 0,7 gram alındı. 150 mg KBr tozu ile 0,7 gram numune karıştırılıp 4000 - 400 cm⁻¹ dalga boyu

aralığın da spektrofotometre de ölçüldü. Ölçüm almak için hazırlanan numune KBr diskine bastırıldı.

3.4. Antikanser Aktivite

3.4.1. Kanser Hücresi Açma

Kanser hücreler -80 den çıkarıldı. El ısısı ile eritmeye başlandı. Eritilen hücreler DMSO ile dondurulduğundan ilk önce santrifüj yapıldı. 1020 rpm de 4 dakika santrifüj edildi ve DMSO uzaklaştırıldı. Santrifüjden sonra süpernatant atıldı ve hücrelerin yıkama işlemi için PBS eklendi. PBS eklendikten sonra tekrar santrifüj yapıldı ve süpernatant atıldı. Falkonda kalan kanser hücrelerinin üzerine besiyeri eklendi. SH-SY5Y (nöroblastom) ve DU-145 (prostat kanseri) hücre hatları kullanıldı.

3.4.2. Kanser Hücresi Ekimi

Hücre açma işleminden sonra flask seçimi yapıldı. 25'lik flaska 5 ml besiyeri ya da 75'lik flaska 14-16 ml besiyeri olacak şekilde ekim yapıldı. Santrifüj olayından sonra falkon tüpünde kalan kanser hücreleri üzerine 5 ml besiyeri eklendi. Daha sonra Falkon tüpünden alınan kanser hücreleri 25'lik flaska alındı. Ağız iyice kapatıldı ve CO₂ inkübatörüne koyuldu. 2 gün boyunca çoğalması beklendi.

3.4.2.1. Kanser Hücrelerine Suda Çözünür Polisakkarit Uygulanması

CO₂ inkübatöründe çoğalan kanser hücreleri flastan alınıp Well plate ekildi. Daha sonra stok çözelti 2 mg/ml olacak şekilde suda çözünür polisakkarit ve besiyerinden oluşan bir solüsyon hazırlandı. 4,9 mg suda çözünen polissakkarit alındı ve üzerine 2400 mikrolitre besiyeri koyuldu. Hazırlanan bu solüsyon well plate bulunan kanser hücrelerine dilüsyon yöntemiyle eklendi. Konsantrasyonları 1000, 500, 250, 125, 62,5, 31,25, 15,625 olacak şekilde ayarlandı. Bu işlemlerden sonra well platerler tekrardan CO₂ inkübatörüne alındı. 24 saat orada bekletildikten sonra üzerine boya eklendi 3 saat bekletildi ve eliza cihazında WST-1 sonucu alındı.

3.5. Antioksidan Testi

Elde edilen suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan aktiviteleri belirlemek için DPPH radikali giderme aktiviteleri belirli standartlar ile karşılaştırılarak incelendi. Bunun için BHA, BHT, Tolorox ve E vitamini standartları kullanıldı. Konsantrasyonlar 100, 75, 50, 25, 12,5 ve 6,25 µg/ml olacak şekilde ayarlandı. İlgili standartlar için stok çözeltiler hazırlandı. Aynı işlem elde edilen polissakkaritler içinde yapıldı. 0,01 g ekstraksiyon ve standart antioksidanlar tartıldı ve 10 ml etil alkol de çözdürüldü. Stoklar elde edildikten sonra belirlenen konsantrasyonlar göz ününde bulundurularak seyreltme işlemi yapıldı. Hazırlanan stok çözeltilerden 1 ml alınıp üzerine 9 ml etil alkol eklenip istenilen konsantrasyon elde edildi ve 96 lık well plate alındı 1mM lık DPPH çözeltisinden 20 ml hazırlandı. Aynı şekilde DPPH çözeltisi de kuyucuklara eklendi.

Tablo 1: 96'lık well plate içerisine konulan antioksidan ve standartların miktarları

	1.kuyucuk
A	125 µl madde+DPPH
B	100µl madde+25µl alkol+125 µl DPPH
C	75 µl madde+50 µl alkol+125 µl DPPH
D	50µl madde+75 µl alkol+125 µl DPPH
E	25µl madde+100 µl alkol+125 µl DPPH
F	12,5µl madde+112.5µl alkol+125 µl DPPH
G	6,25µl madde+118.75µl alkol+125 µl DPPH
H	250 µl DPPH

Yukarıda tabloda verilen bilgilere göre 3 er tekrarlı yapıldı. Aynı ölçümler standartlar içinde kullanıldı. Bunlar hazırlandıktan sonra eliza cihazında 517 nm de ölçüm alındı. Ölçümler 0. dakikada ve 30. dakikada alındı. Bu süre zarfında örnekler sürekli karanlık ortamda bekletildi.

3.6.Antimikrobiyal testi

Tablo 2: Kullanılan besiyerlerinin hazırlanışı

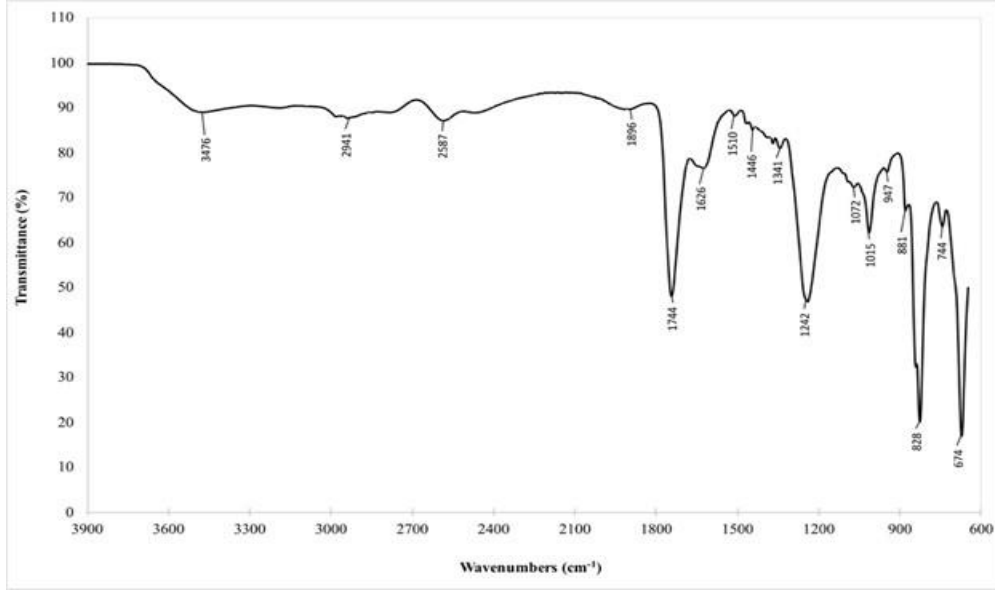
Kullanılan besiyeri	Besiyeri miktarı (g)	Su miktarı(ml)
Malt ekstrat sıvı	17 g	1000 ml
Malt ekstrat agar	50 g	1000 ml
Nutrient broth	8 g	1000 ml
Nutrient agar	28 g	1000 ml

Antimikrobiyal testi için 2 maya ve 4 bakteri kullanıldı. Maya olan *Candida tropikallis* ve *Saccharomyces boulardii* için malt ekstrat hazırlandı. 10 ml malt ekstrata 15 mikrolitre maya koyuldu ve 37 °C de çoğalmaya bırakıldı. *S. Aureus*, *P. Aeruginase*, *Klebsiella pneumoniae* ve *S. Typhimurium* bakterileri için ise nutrient broth hazırlandı. 10 ml nutrient broth içerisine 10 mikrolitre bakteri olacak şekilde ayrı falkon tüplerine konuldu ve 37 °C de çoğaltılmaya bırakıldı. Daha sonra malt ekstrat agar ile nutrient agar hazırlandı. Hazırlandıktan sonra otoklava konuldu ve steril hale getirildi. Otoklav işleminden sonra laminar flow içerisinde bu besiyerleri elle tutulacak ısıya düşüklerinde petri kaplarına döküldü ve donması beklenildi. Çoğaltmaya bırakılan maya ve bakteriler 24 saat sonra 37 °C'den çıkarıldı. Çoğalan mayalardan 200 mikrolitre alındı malt ekstrat agarın olduğu petri kaplarına döküldü. Bir öze aracılığıyla petri kabının her yerine yayılması sağlandı. Aynı işlem bakteriler içinde yapıldı. Bakterilerden 100 mikrolitre alındı ve onlar için hazırlanan nutrient agar besiyerinin bulunduğu petri kaplarına ayrı ayrı döküldü. Yine bir öze yardımıyla petri kaplarının her yerine yayılımı sağlandı. Daha sonra bakteri ve maya konulan petri kaplarının hepsine 3'er antimikrobiyal disk yerleştirildi. Bu diskler üzerine yukarıda bahsedilen bitkilerden elde edilen suda çözünen polisakkaritler döküldü. 37 °C de 24 saat boyunca bekletildi. Cetvelle ölçüm alındı.

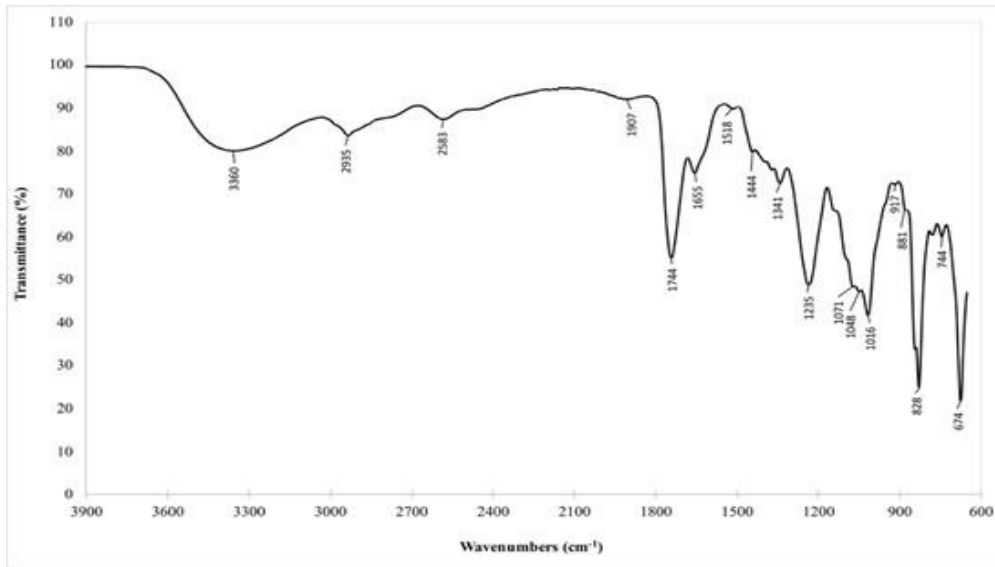
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Suda Çözünür Polisakkaritlerin FTIR ile Fonksiyonel Grup Analizi

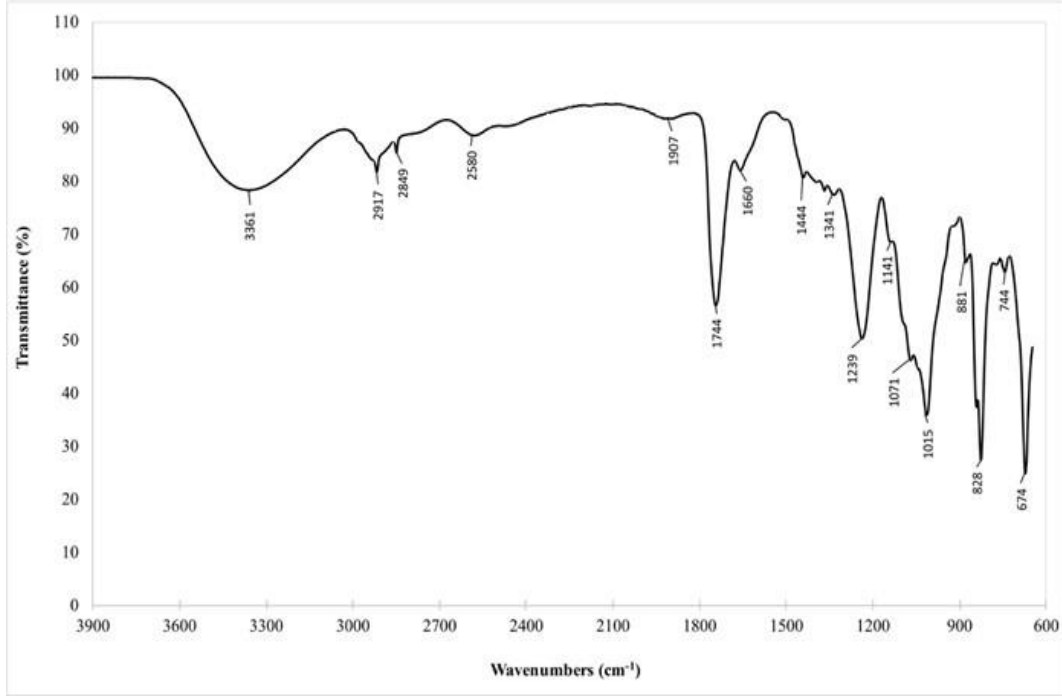
Ftir analizine göre *Astragalus brachycalyx* bitkisinin suda çözünür polisakkariti (şekil 1) için 3476, 2941, 2587, 1896, 1744, 1626, 1510, 1446, 1341, 1242, 1072, 1015, 947, 881, 828, 744 ve 674 cm^{-1} , *Rosa canina* bitkisinin suda çözünür polisakkariti (şekil 2) için 3360, 2935, 2583, 1907, 1744, 1655, 1518, 1444, 1341, 1235, 1071, 1048, 1016, 917, 881, 828, 744 ve 674 cm^{-1} , *Crataegus orientalis* bitkisinin suda çözünür polisakkariti (şekil 3) için 3361, 2917, 2849, 2580, 1907, 1744, 1660, 1444, 1341, 1239, 1141, 1071, 1015, 881, 828, 744 ve 674 cm^{-1} , *Eremurus spectabilis* bitkisinin suda çözünür polisakkariti (şekil 4) için 3368, 2939, 2586, 1895, 1741, 1655, 1516, 1368, 1344, 1232, 1147, 1056, 1019, 949, 827, 745 ve 671 cm^{-1} ve *Scorzonera latifolia* bitkisinin suda çözünür polisakkarit (şekil 5) için 3457, 2985, 2943, 2589, 1904, 1745, 1622, 1506, 1368, 1341, 1239, 1071, 1015, 945, 827, 746 ve 672 cm^{-1} bantlar tespit edilmiştir. *Astragalus brachycalyx* bitkisinin suda çözünür polisakkariti için 1744, 1242, 1015, 828 ve 674 cm^{-1} , *Rosa canina* bitkisinin suda çözünür polisakkariti için 1744, 1235, 1016, 828 ve 674 cm^{-1} , *Crataegus orientalis* bitkisinin suda çözünür polisakkariti için 1744, 1239, 1015, 881, 828 ve 674 cm^{-1} , *Eremurus spectabilis* bitkisinin suda çözünür polisakkariti için 1741, 1232, 1019, 827 ve 671 cm^{-1} ve *Scorzonera latifolia* bitkisinin suda çözünür polisakkarit içinse özellikle 1745, 1239, 1015, 827 ve 672 cm^{-1} dalga boylarındaki bantların sinyal yoğunluklarının daha güçlü olduğu belirlenmiştir.



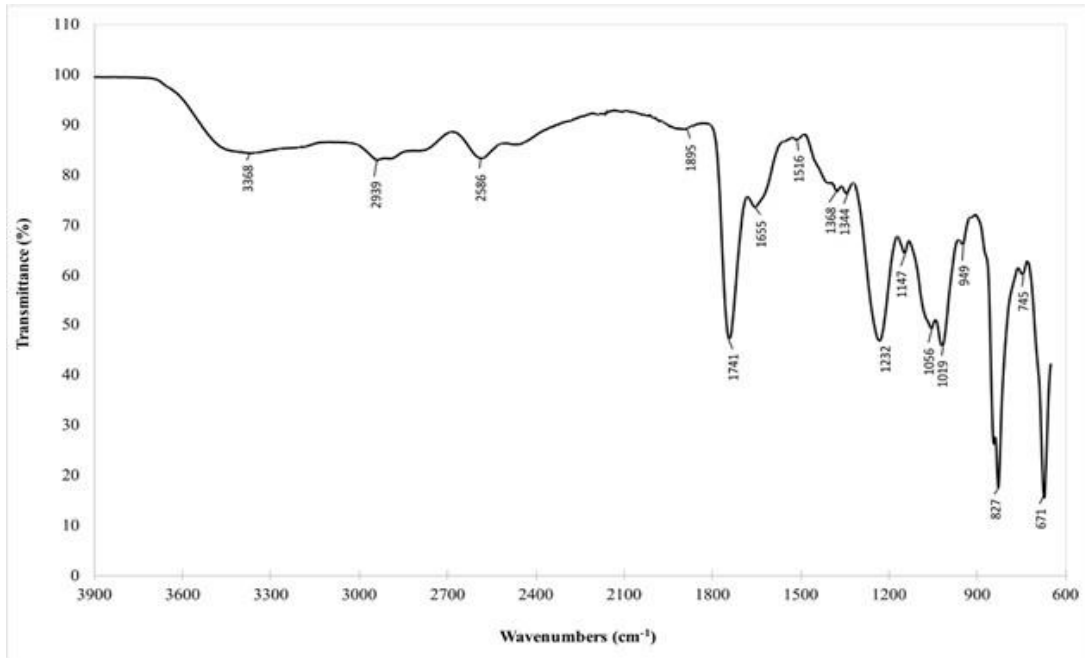
Şekil 1. *Astragalus brachycalyx* bitkisinin suda çözümlü polisakkaritlerinin FTIR spektrumu



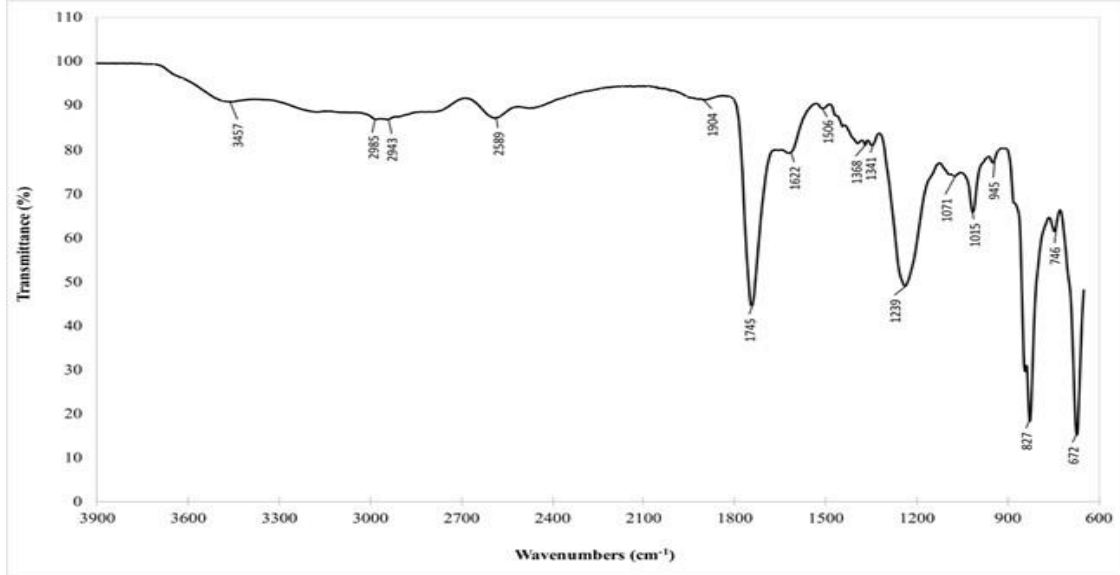
Şekil 2. *Rosa canina* bitkisinin suda çözümlü polisakkaritlerinin FTIR spektrum



Şekil 3. *Crataegus orientalis* bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerinin FTIR spektrumu



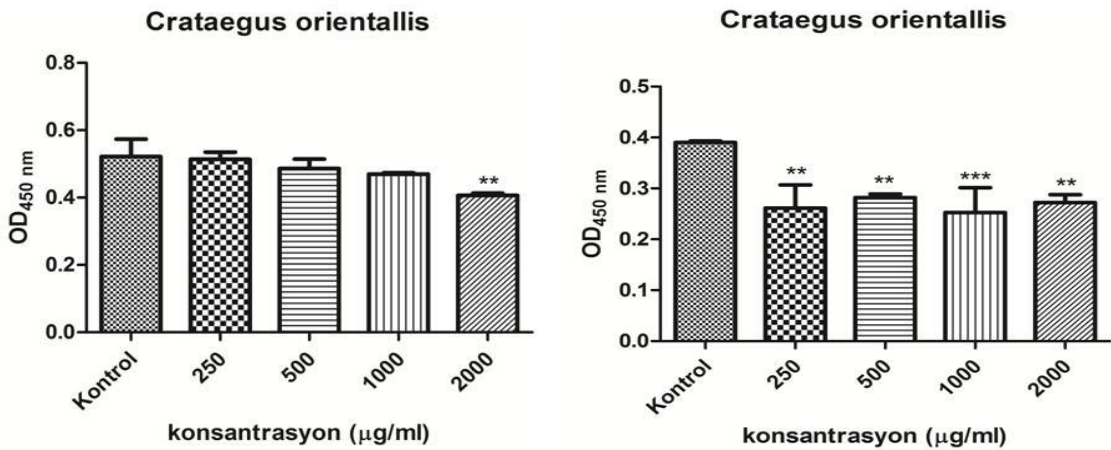
Şekil 4. *Eremurus spectabilis* bitkisinin suda çözünür polisakkaritinin FTIR spektrumu



Şekil 5. *Scorzonera latifolia* bitkisinin suda çözünür polisakkaritinin FTIR spektrumu

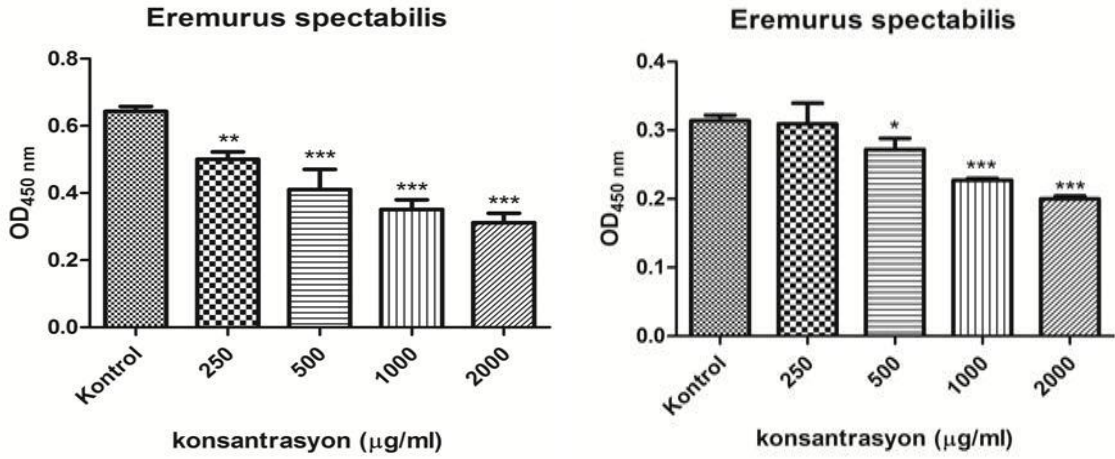
4.2. Suda Çözünür Polissakkaritlerin Antikanser Aktiviteleri

Kanser kontrolsüz çoğalan hücre yığındır. Bu deneyin amacı kontrolsüz çoğalan bu hücre yığınlarının çoğalmasını engellemeye çalışmaktır. Bitkilerden elde edilen suda çözünür polisakkaritler Sh-sy5y ve Du-145 hücre hatları üzerinde denendi. Yapılan deneyler sonucunda WST-1 testi yapıldı. Deneyler esnasında kullanılan bitkilerde ki suda çözünür polisakkaritlerin bazıları her konsantrasyonda anlamlı sonuçlar verirken bazıları ise belirli konsantrasyonlarda anlamlı sonuç verdiler.



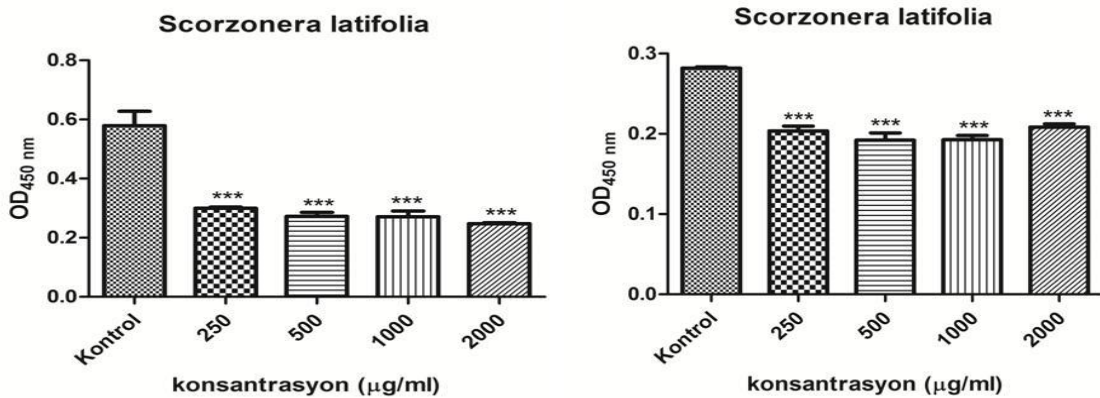
Şekil 6. *Crataegus orientalis* bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerinde ki etkisi

Şekil 6 da gösterilen verilerden elde edilen sonuçlara göre *Crataegus orientalis* bitkisi sh-sy5y hücre hattının yüksek konsantrasyonun da aktivite sergiledi. Ancak diğer konsantrasyon da anlamlı bir aktivite göstermedi. Yine aynı bitki du-145 hücre hattında kontrole oranla anlamlı bir sonuç gösterdi. Hem düşük hemde yüksek konsantrasyonlarda antikanser aktivite sergiledi.



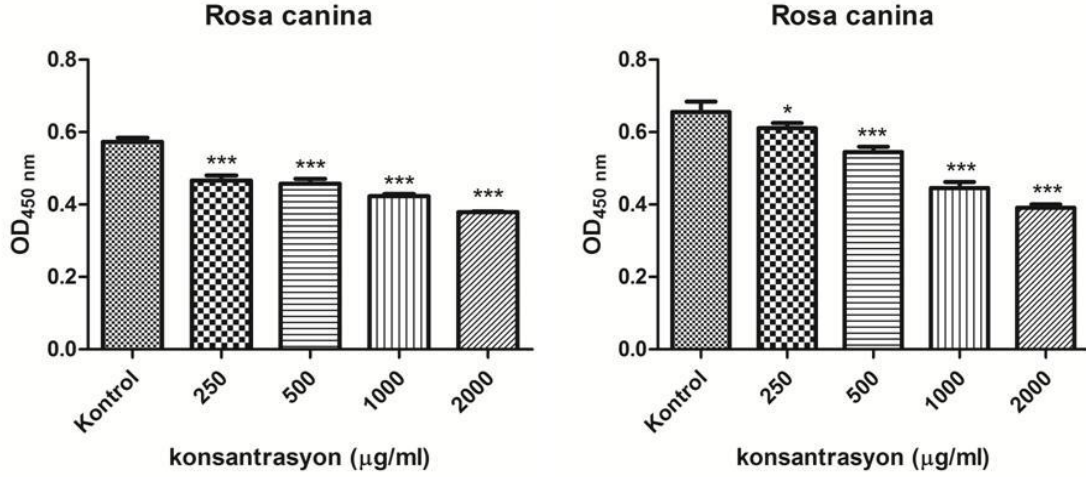
Şekil 7. *Eremurus spectabilis* bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerindeki etkisi

Şekil 7 de verilen verilere göre *Eremurus spectabilis* bitkisi sh-sy5y hücre hattı üzerinde aktivite gösterdi. Hem düşük konsantrasyonlar da hem de yüksek konsantrasyonlarda anlamlı sonuçlar elde edildi. *Eremurus spectabilis* bitkisi du-145 hücre hattına uygulandığında ise sadece yüksek konsantrasyonlar da anlamlı sonuçlar verdiği tespit edildi.



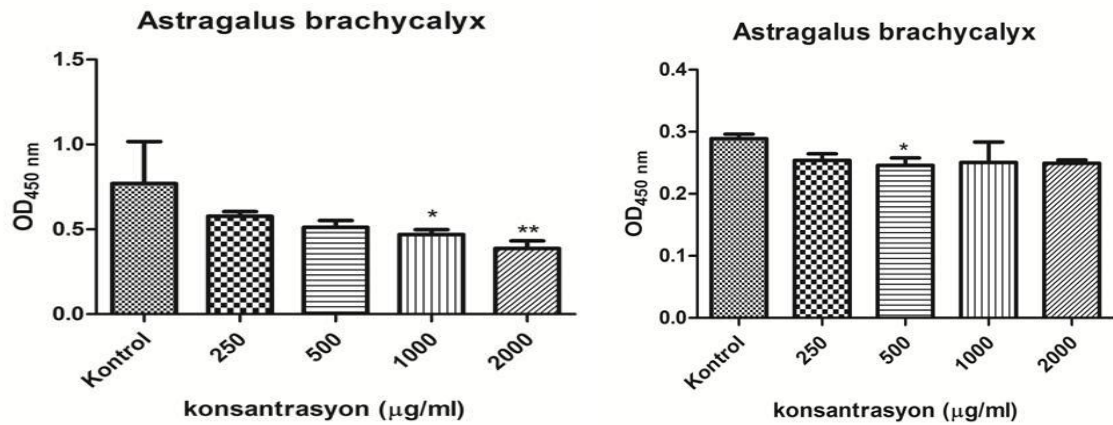
Şekil 8. *Scorzonera latifolia* bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerindeki etkisi

Şekil 8 de verilen grafiğe göre *Pyrus elaeagnifolia* bitkisi sh-sy5sy hücre hattına uygulandığında da her konsantrasyonda anlamlı bir aktivite sergiledi. Aynı bitki du-145 hücre hattına uygulandı. Neredeyse her konsantrasyon da kontrole göre azda olsa bir aktivite gösterdi.



Şekil 9. *Rosa canina* bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerindeki etkisi

Şekil 9 da verilen grafiğe göre *Rosa canina* bitkisinden elde edilen suda çözünen polisakkaritler sh-sy5y hücre hattı DU-145 hücre hattı üzerin de konsantrasyon yükseldilçe antikanser aktivite artmıştır.

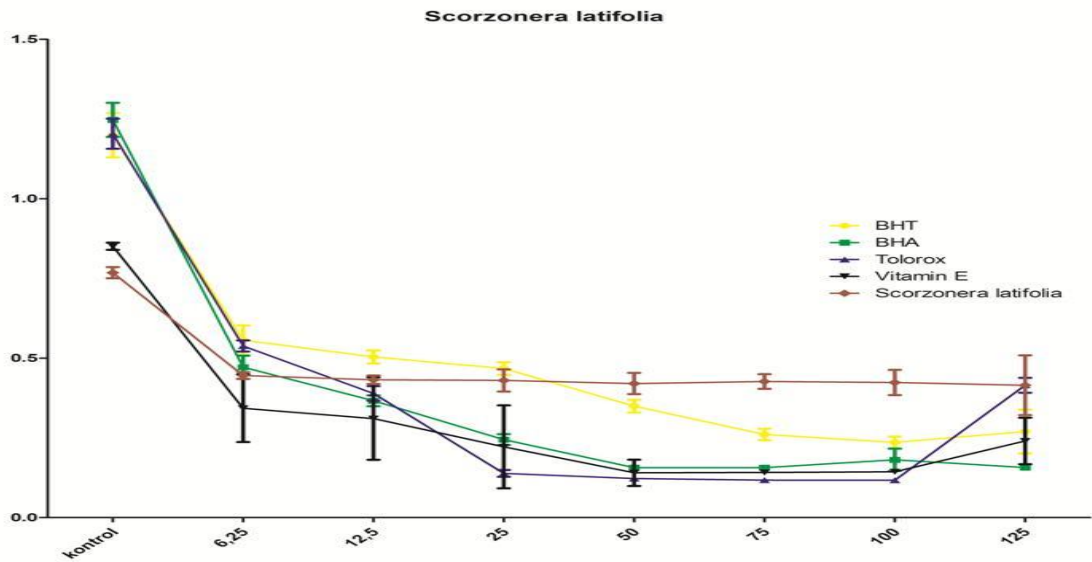


Şekil 10. *Astragalus brachycalyx* bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin Sh-sy5y ve Du-145 hücre hattı üzerindeki etkisi

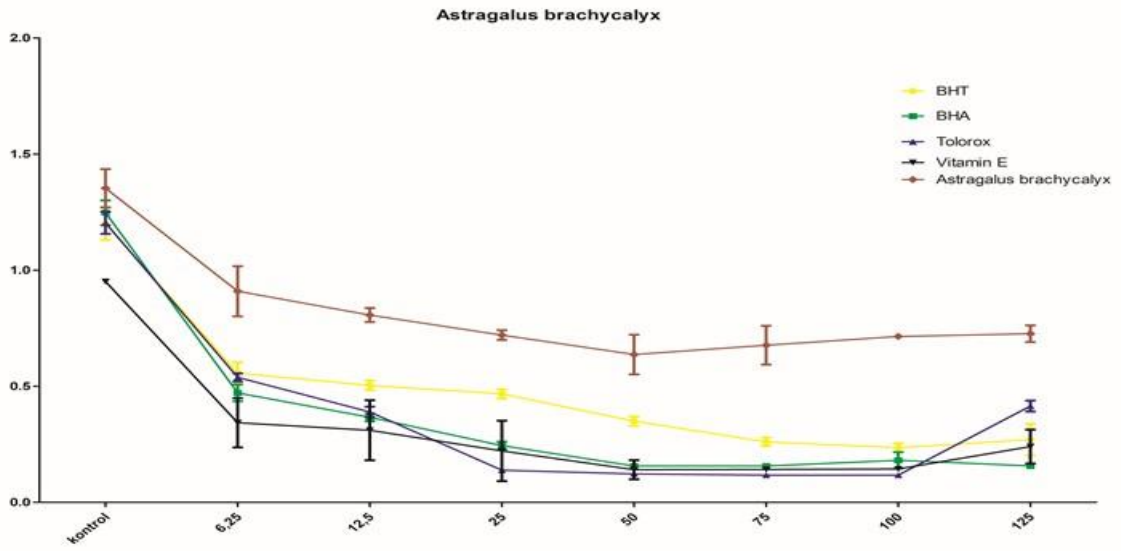
Şekil 10 da verilen grafiğe göre *Astragalus brachycalyx* bitkisi sh-sy5y hücre hattı üzerinde en anlamlı sonucu 2000 konsantrasyonun da gösterdi. *Astragalus brachycalyx* du-145 hücre hattında ise hiçbir konsantrasyonda anlamlı bir aktivite göstermedi.

4.3. Suda Çözünür Polisakkaritlerin Antioksidan Analizi

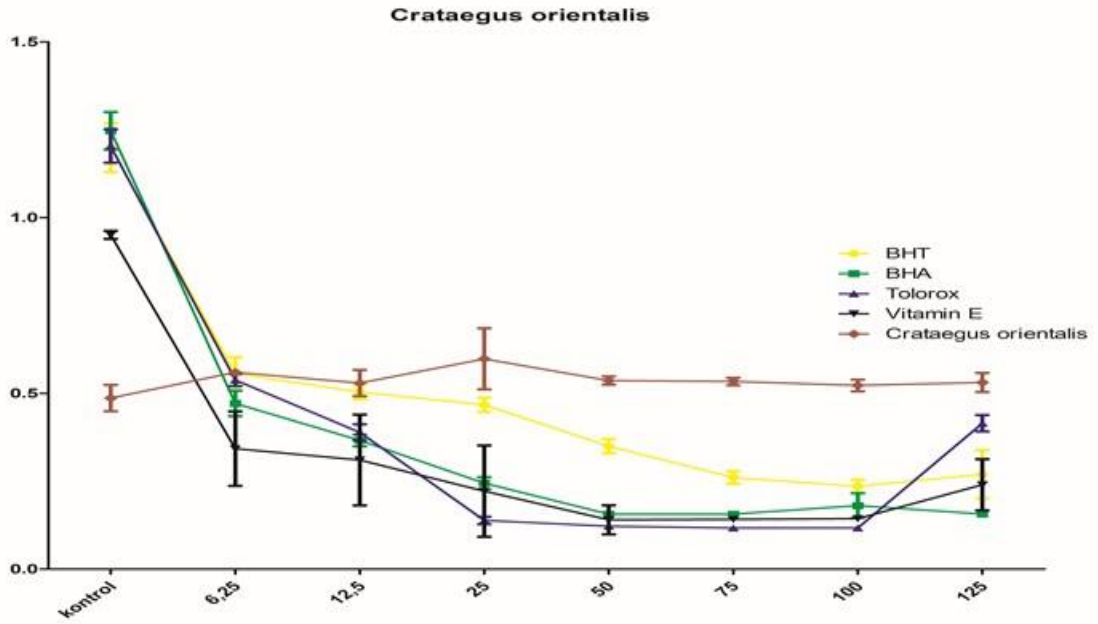
Bitkilerden elde edilen suda çözünür polisakkaritler antioksidan maddelerle kıyaslandı. Yapılan çalışmalar neticesinde suda çözünür polisakkaritler antioksidan aktivite gösterdi. Konsantrasyon arttıkça suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan aktiviteyi arttırdığı ve kullanılan antioksidan standartlarla eşdeğer etki gösterdiği görüldü. Ancak *Crataegus orientalis*, *Eremurus spectabilis*, *Rosa canina* bitkisinden elde edilen suda çözünür polisakkaritler kontrole oranla antioksidan aktivite sergilememiştir.



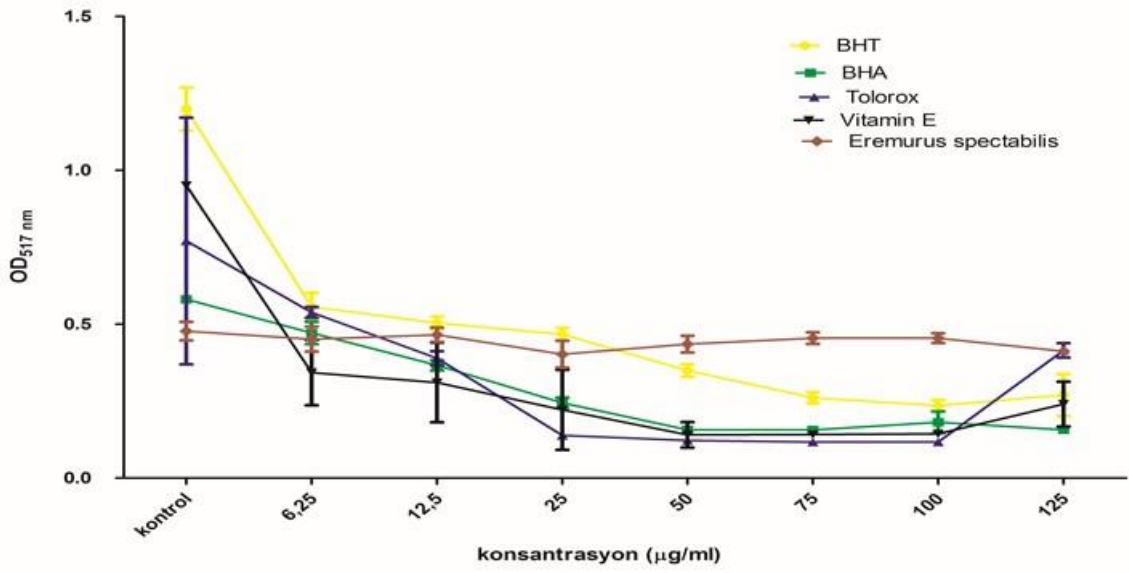
Şekil 11. *Scorzonera latifolia* bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan aktivites



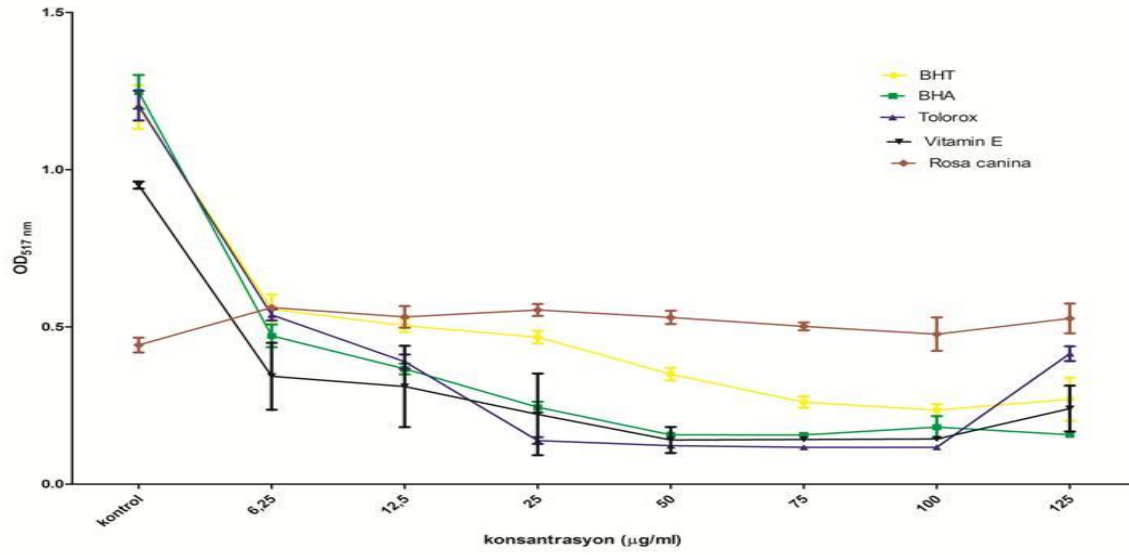
Şekil 12. *Astragalus brachycalyx* bitkisinden elde edilen suda çözünür polisakaritlerin antioksidan etkisi



Şekil 13. *Crataegus orientalis* bitkisinden elde edilen suda çözünür polisakaritlerin antioksidan etkisi

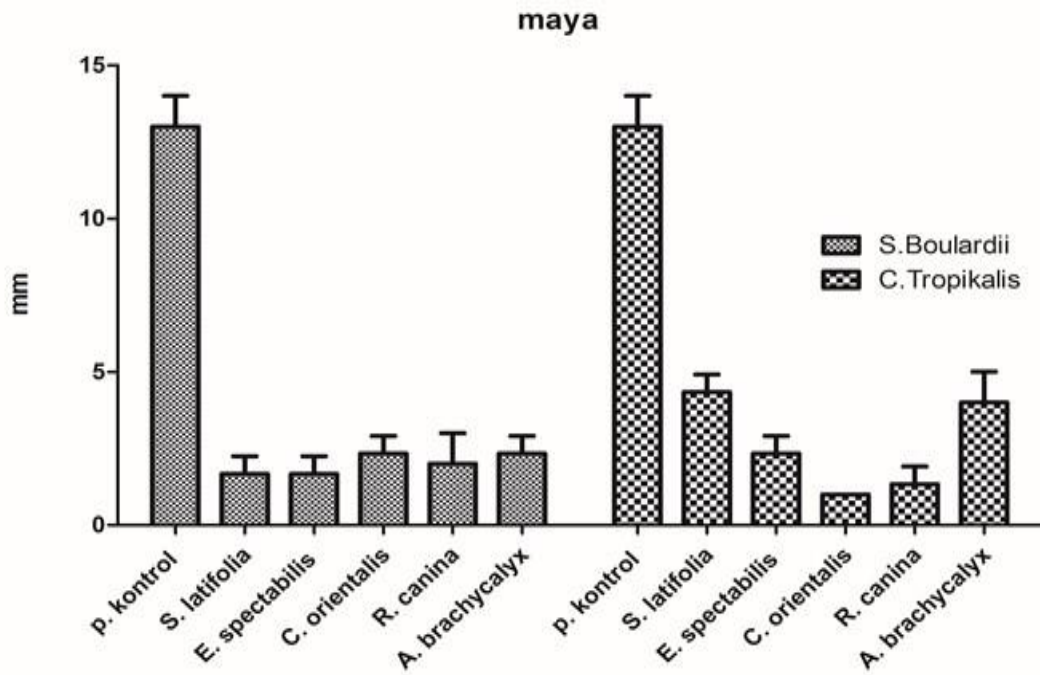


Şekil 14. *Eremurus spectabilis* bitkisinden elde edilen suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan etkisi



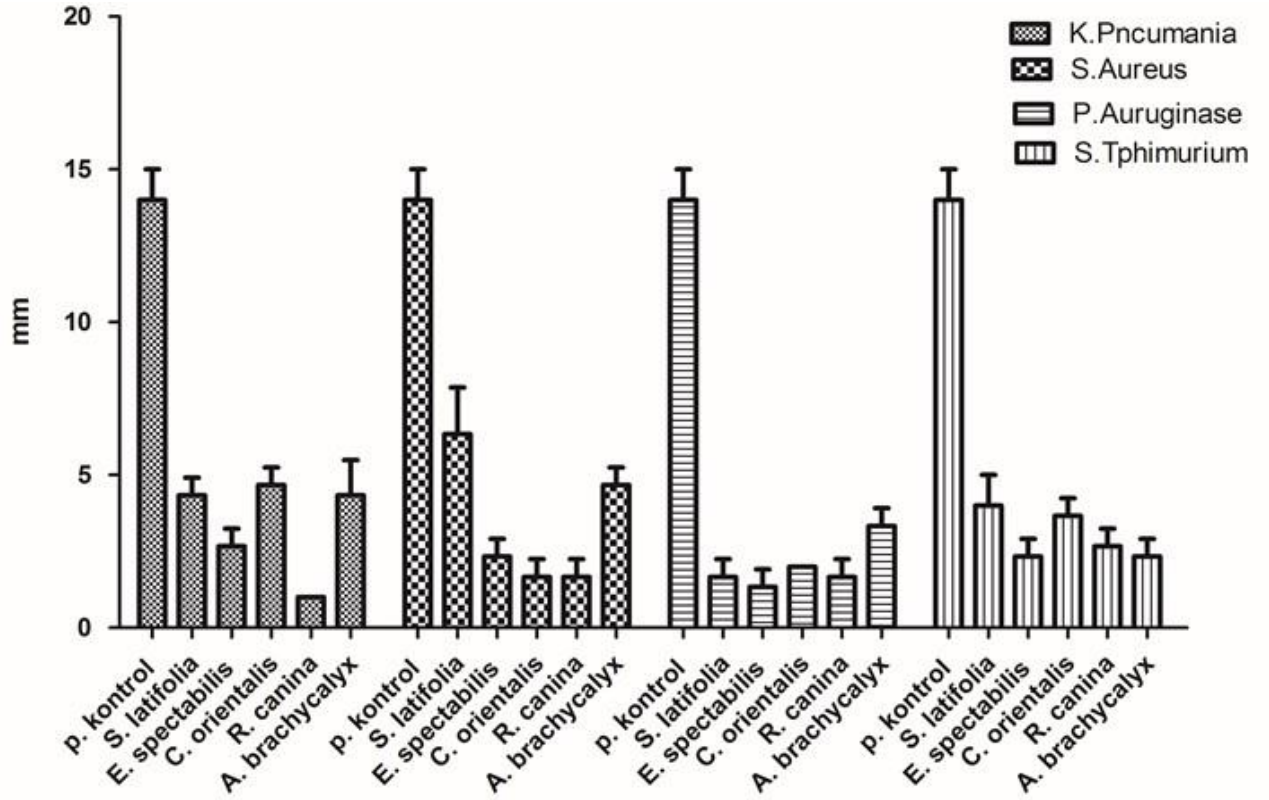
Şekil 15. *Rosa canina* bitkisinin suda çözünür polisakkaritlerin antioksidan aktivitesi

4.4. Antimikrobiyal aktiviteler



Şekil 16. Suda çözünür polisakkaritlerin antifungal etkisi

Bitkilerden elde edilen suda çözünür polisakkaritler yararlı ve patojen mayalar üzerinde denendi. Elde edilen sonuçlara göre hem yararlı bir maya türü olan *Saccharomyces boulardii* hemde patojen maya türü olan *Candida tropicalis* üzerinde kontrole oranla azda olsa antifungal etki gösterdi. En fazla etki *Candida tropicalis* te gözlemlendi. *S. Latifolia* ile *A. Brachycalyx* patojen maya olan *Candida tropicalis* üzerinde en fazla aktiviteyi gösteren bitkilerdir. Yararlı maya olan *Saccharomyces boulardii* de ise kullanılan bitkilerin hepsi yaklaşık olarak aynı antifungal aktivite gösterdi.



Şekil 17. Suda çözünür polisakkaritlerin antibakteriyel etkisi

Patojen bir bakteri olan *K. pneumoniae* üzerinde denenen suda çözünür polisakkaritler az da olsa antibakteriyel aktivite gösterdi. *K. pneumoniae* üzerinde *Rosa canina* ve *Eremurus spectabilis* bitkisi en az aktiviteyi gösteren bitkiler olurken diğer bitkiler neredeyse aynı aktiviteyi gösterdi. Yine patojen bir bakteri olan *S. Aureus* bakterisine suda çözünür polisakkaritler uygulandığında bitkiler arasında en fazla aktiviteyi sergileyen *A. Brachyvalyx* ve *S.latifolia* dır. Diğer bitkilerin etkisi neredeyse aynıdır. *P.aeruginase* bakterisi patojen bir bakteridir. Bu bakteriye suda çözünür polisakkaritler uygulandığında kontrole oranla az bir aktivite gösterdi. Bütün bitkilerin aktivite oranı yaklaşık olarak aynıdır. *S.typhimurium* bakterisi patojendir. Bu bakteriye uygulanan suda çözünür polisakkaritlerin kontrole oranla az olsa da neredeyse aynı antibakteriyel aktivite gösterdi. Genel olarak suda çözünür polisakkaritler antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Ancak gösterilen aktivite kontrole oranla azdır.

Kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi dejeneratif hastalıklar ve antimikrobiyal direnç, halk sağlığı açısından azami dikkat gerektiren önemli sağlık sorunları haline

gelmektedir. Farmasötik ilaçların ve alternatif bitki ilaçlarının kullanımı gibi iyileştirici müdahaleler giderek daha fazla araştırılmaktadır. Bitki polisakkaritleri antioksidan, antimikrobiyal ve antikanser aktiviteleri gibi umut verici biyoaktiviteleri ile dikkat çekmiştir. Biyoaktif bitki polisakkaritleri de geleneksel farmasötiklere kıyasla nispeten az yan etkileri nedeniyle tercih edilmektedir. Hastalık tedavisinde bitki polisakkaritlerinin biyoaktif potansiyelinin aydınlatılması, fonksiyonel ve mekanik testler kullanılarak biyofonksiyonel özelliklerini belirleyen faktörlerin anlaşılmasını gerektirir.

Polisakkaritlerdeki karakteristik organik grupların tanımlanmasında FT-IR (Fourier Transform Infrared) spektroskopisi yaygın olarak kullanılmaktadır (Gómez-Ordóñez and Rupérez, 2011; Chylińska et al., 2016 Lu et al., 2018; Karadayi et al., 2020). Bu yüzden, mevcut çalışmada polisakkarit örneklerinin fonksiyonel gruplarının FTIR kullanılmış ve belirlenen bantların literatür verilerine göre değerlendirilmiştir. FTIR sonuçlarından da görülebileceği gibi polisakkarit örneklerinin bantları birbirine son derece benzer bulunmuştur. *Astragalus brachycalyx*, *Rosa canina*, *Crataegus orientalis*, *Eremurus spectabilis* ve *Scorzonera latifolia* polisakkaritleri için sırasıyla 3476, 3360, 3361, 3368 ve 3457 cm^{-1} 'de tespit edilen bantlar fonksiyonel gruplardaki O-H germe titreşimi ile açıklanmıştır (Hinterstoisser and Salmén, 1999; Zhao et al., 2014; Liu et al., 2014; Karadayi et al., 2020). Literatür bilgilerine göre (Synytsya et al., 2009; Wang et al., 2012; Hoşpodarova et al., 2018; Nandiyanto et al., 2019), *Astragalus brachycalyx* polisakkariti için 2941 cm^{-1} , *Rosa canina* polisakkariti için 2935 cm^{-1} , *Crataegus orientalis* polisakkariti için 2917 ve 2849 cm^{-1} , *Eremurus spectabilis* polisakkariti için 2939 cm^{-1} ve *Scorzonera latifolia* polisakkariti içinse 2985 ve 2943 cm^{-1} tespit edilen bantlar lipitler ve/veya karbonhidratlardaki fonksiyonel grupların ($-\text{CH}_3$, $>\text{CH}_2$ ve $>\text{CH}-$) C-H germe titreşimi, *Astragalus brachycalyx* polisakkariti için 2587 cm^{-1} , *Rosa canina* polisakkariti için 2583 cm^{-1} , *Crataegus orientalis* polisakkariti için 2580 cm^{-1} , *Eremurus spectabilis* polisakkariti için 2586 cm^{-1} ve *Scorzonera latifolia* polisakkariti içinse 2589 cm^{-1} tespit edilen bantlar ise aminoasit veya proteinlerdeki tiyol grupların S-H germe titreşimi (2600-2550 cm^{-1}) ile açıklanmıştır. Yine, literatür verilerine göre (Wang et al., 2015; Bağcıoğlu et al., 2017) *Astragalus brachycalyx*, *Rosa canina* ve *Crataegus orientalis* polisakkaritleri için 1744, *Eremurus spectabilis* polisakkariti için 1741 ve *Scorzonera latifolia* polisakkariti için 1745 cm^{-1} beliren bantlar glukuronik asit ve/veya esterlerin varlığı ile ilişkilendirilmiştir. Amid bantları (I, II ve III), bir numunede

proteinlerin varlığını gösterir. Amid I'in ikincil proteine en duyarlı spektral bölge olduğu bilinmektedir. Proteinlerin FTIR spektrumlarında, amid I, 1600 ila 1700 cm^{-1} aralığın da absorban bantlarına sahiptir. Amid I bandı, C=O (yaklaşık %80) ve C-N gruplarının gerilme titreşimi ile ilişkilidir. Amid II bandı 1480-1575 cm^{-1} aralığın da bulunur ve N-H bükülme (%40-60) ve C-N germe titreşimi (%18-40) ile ilgilidir. Amid III bandı, 1229 ila 1301 cm^{-1} aralığında absorban gösterir (Kong and Yu, 2007; Aboul-Enein et al., 2014; Dawood et al., 2020). Dolayısıyla, *Astragalus brachycalyx*, *Rosa canina*, *Crataegus orientalis*, *Eremurus spectabilis* ve *Scorzonera latifolia* polisakkaritleri için 1626, 1655, 1660, 1655 ve 1622 cm^{-1} ' de gözlenen güçlü bantlar polisakkaritlerin yapısındaki proteinlerin Amid I ve 1510, 1518, 1504, 1516 ve 1506 cm^{-1} de gözlenen zayıf bantlar ise Amid II bağları ile açıklanmıştır. Ancak, amide II bantlarının absorbanları çok düşük olduğundan dolayı polisakkarit örneklerindeki protein miktarının çok az olduğu sonucuna varıldı. Bu durum, polisakkarit eldesi sırasında proteinlerin çökeltmesi için TCA' nın kullanılmasına bağlandı. Ayrıca, bütün polisakkarit örnekleri için 1341 ve 880 cm^{-1} çevresinde gözlenen bantlar ise sülfat gruplarının varlığı ile açıklanmıştır (Na et al., 2011; Badrinathan et al., 2012; Lu et al., 2018).

Son yıllarda, bakteriler, mantarlar, algler, bitkiler ve hayvanlar dahil olmak üzere çeşitli doğal kaynaklardan elde edilen birincil metabolitlerin, polisakkaritlerin (şekerler) ve glikokonjugatların antioksidan potansiyelleri olduğunu göstermektedir (Huang et al. 2017). Dünyanın bitki türlerinin üçte ikisi üstün antioksidan potansiyele sahip oldukları düşünülmektedir (Kallel et al. 2014). Araştırmacılar ayrıca bitki polisakkaritlerinin antimikrobiyal gibi başka biyolojik özelliklere de sahip olduğunu belirlediler (Talib and Mahasneh, 2010; Yarley et al. 2021). Bitki polisakkaritleri, antikanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi dejeneratif hastalıkların yönetiminde ve ilaca dirençli mikroplarla mücadelede geleneksel farmasötiklere alternatif olarak umut vaat ediyor. Bu nedenle bitki polisakkaritlerinin antioksidan, antikanser ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirleyicilerini ve mekanizmalarını aydınlatmak ilgi çekicidir.

Polisakkaritlerin moleküler ağırlığı, onların antioksidan aktiviteleri ile ilişkili olduğu gözlenmiştir (Wang et al. 2016). Zha et al. (2009), heteropolisakkarit pirinç kepeğinin düşük moleküler ağırlıklı polisakkarit fraksiyonunun, yüksek moleküler ağırlıklı polisakkarit fraksiyonlarına kıyasla en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu

bildirilmiştir. Çünkü düşük molekül ağırlıklı polisakkaritlerin indirgeyici gruplarına (hidroksil ve amino grupları) reaktif radikaller ve oksidanlar tarafından erişilebilir. Öte yandan yüksek molekül ağırlıklı polisakkaritlerin daha kompakt olabilir ve indirgeyici grupları kısıtlanmış ve antioksidatif reaksiyonlar için erişilemez olabilir (Yarley et al. 2021). Bununla birlikte, az sayıda çalışma, polisakkaritlerin moleküler ağırlığı ile antioksidan aktiviteleri arasında bir korelasyon olmayabileceğini öne sürmüştür. Hücreye hasar veren sentetik serbest radikallere DPPH denir. Serbest radikallerin oluşmasıyla bu radikallerin neden olduğu hasarı onarmaya ve önlemeye çalışan maddeler antioksidan maddelerdir. DPPH giderme testinde ortaya çıkan sonuçlar neticesinde bu çalışma için kullanılan bitkilerden elde edilen suda çözünür polisakkaritlerin konsantrasyonu arttıkça antioksidan aktivitesinin de arttığı gözlemlenmiştir. Kullanılan suda çözünür polisakkaritlerin neredeyse hepsi ile antioksidan standartlar arasında çok fazla fark bulunmamaktadır. Yani DPPH giderimi sağlanmıştır. Çalışmanın sonuçları literatür ile uyumludur.

Bitki polisakkarit ekstraktının antimikrobiyal aktivitesi, disk difüzyon ve et suyu veya agar seyreltme gibi temel yöntemler kullanılarak değerlendirilebilir. Bu yöntemler, antimikrobiyal maddenin bakterisidal veya bakteriyostatik yeteneği, zamana bağlı veya konsantrasyona bağlı özelliği ve bakteri hücre hasarının nedensel yolu gibi inhibitör etkisi hakkında bilgi sağlar. Bakteriyel hücrenin anti-mikrobiyal aktivitenin ortaya çıkmasıyla ilgili bir özelliği, Mg^{2+} ve Ca^{2+} gibi iki değerlikli katyonların mevcudiyeti ile stabilize edilmiş dış zarfın net negatif yüküdür. Anti-mikrobiyal etkiye sahip polisakkaritler bu nedenle yüzey aktivite özellikleri, adsorpsiyon/absorpsiyon kabiliyeti ve bakteri hücreleri için yüksek bağlanma afinitesi sağlamalıdır. Ayrıca polisakaritler, hücre zarında etkili hasara ve bozulmaya, sitoplazmik içeriğin sızıntısına ve hücre lizisine neden olmak için gelişmiş bir lipofilikliğe sahip olmalıdır (Gabriel et al. 2007). Suda çözünür polisakkaritlerdeki monosakkarit bileşim karışımlarının moleküler oranları, mikrobiyal aktiviteleri ile ilgili olarak belirlenmiştir. Bambu yaprağı polisakkaritlerinin bir kısmı, en yüksek monosakkaritler içeriği olarak %60,23 ksiloz kaydetti ve buna uygun olarak en iyi antimikrobiyal aktivite gösterdi (Xiao et al. 2020). Başka bir raporda, *Epimedium acuminatum* Franch'ın saflaştırılmış fraksiyonu majör monosakkaritler glikoz ve galaktoz içeren polisakaritler en iyi antimikrobiyal aktiviteyi gösterdi (Cheng et al. 2013). Özellikle, en iyi antimikrobiyal aktiviteye sahip polisakkarit fraksiyonlarına bağlı en

yüksek porsiyonlu monosakaritler bir doğal kaynaktan diğerine değişir. Bu nedenle, polisakaritlerin monosakarit içeriğinin moleküler oranının yanı sıra, gözlemlenen antimikrobiyal aktiviteyi başka neden(ler)in açıklayabileceği öngörülmektedir. Bir tümör, vücutta herhangi bir rol oynamayan anormal bir hücre büyümesidir. Bir tümör, zararlı olmayan anlamına gelen iyi huylu veya zararlı anlamına gelen kötü huylu (kanser) olabilir ve bu nedenle yayılabilir ve ölüme neden olabilir. İnkübasyondan sonra kanser hücrelerinin sayısı arttığında hücre çoğalmasının gerçekleştiği söylenir. Proliferasyonu önemli ölçüde azaltma yeteneğine sahip biyoaktif bileşikler, anti-proliferasyon veya anti-kanser aktivitesine sahiptir. Bitki polisakaritleri, oksidanlara elektron transferi ile elde edilen serbest radikal süpürme aktiviteleri nedeniyle genellikle güçlü antikanser aktiviteler gösterir (Jia et al. 2014). *Portulaca oleracea* L.'den ekstrakte edilen polisakaritler, 50 µg/mL'den 1000 µg/mL'ye artan konsantrasyonlarda insan rahim ağzı kanseri HeLa hücrelerine uygulandı. HeLa hücreleri için proliferasyonun inhibisyon hızı, buna uygun olarak 24 saat sonra $3,1 \pm 0,1$ (%)'den $43,8 \pm 2,3$ 'e yükseldi. 1000 µg/mL'de 48 saatten 72 saate kadar inhibisyon oranı sırasıyla $68,7 \pm 2,8$ (%) ve $88,9 \pm 3,2$ (%) olmuştur (Zhao et al. 2013). Suda çözünür polisakaritlerin yapısında buldukları bileşenlerden dolayı iyi bir antikanser aktivite gösterir. Bitkilerden elde edilen polisakaritler yaptıkları elektron transferleri ile antikanser aktivitesi artar. Bu çalışmada SH-SY5Y nöroblastom hücre hattı ile DU-145 prostat kanseri hücre hattı üzerinde suda çözünür polisakarit uygulanarak etki oranı tespit edildi. Kontrole oranla bazı bitkilerin suda çözünür polisakaritleri SH-SY5Y hücre hattı üzerinde daha etkin bir aktivite gösterirken bazıları da DU-145 hücre hattı üzerinde daha etkin bir aktivite bıraktı. *Eremurus spectabilis* bitkisinden elde edilen suda çözünür polisakaritler SH-SY5Y hücre hattı ve DU-145 hücre hattı üzerinde dendi. 450 nm de alınan sonuçlar neticesinde SH-SY5Y kanser hücresi düşük-yüksek bütün konsantrasyonlar da anlamlı bir aktivite gösterdi. 0,7 oranında olan kontrole oranla en iyi netice 0,4 oranına düşen 2000 µg/mL konsantrasyonunda gösterdi. Ancak aynı polisakaritler DU-145 hücre hattına uygulandığında 0,3 oranında olan kontrole oranla düşük dozlarda kontrole eşit bir etki görüldü. DU-145 hücre hattına uygulanan diğer konsantrasyonlarda 0,2 lik oranla en iyi sonucu 2000 µg/mL verdi. SH-SY5Y hücre hattında her konsantrasyonda aktivite bulunurken DU-145 hücresinde sadece yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. *Crataegus orientalis* bitkisinden elde edilen suda çözünür polisakaritler SH-SY5Y ile DU-145 hücre hatları üzerine uygulandı. SH-SY5Y hücre hattında 0,5 in üstünde bir

oranda olan kontrole kıyasla diğer konsantrasyonlarda anlamlı bir etki görülmedi. 31 µg/mL ve 2000 µg/mL konsantrasyonlarda kontrole oranla az da olsa bir aktivite gözlemlenmiştir. DU-145 hücre hattına uygulandığında 0,4 olan kontrole oranla diğer konsantrasyonlarda anlamlı bir aktivite göstermiştir. En iyi aktiviteyi 1000 µg/mL konsantrasyonundan alındı. 4000 µg/mL konsantrasyonunda herhangi bir aktivite gözlemlenmemiştir. *Crataegus orientalis* SH-SY5Y hücre hattında iyi bir antioksidanaktivite gösteremedi. Hatta bazı konsantrasyonların oranı kontrol ile aynıdır. Ancak DU-145 hücre hattının en yüksek konsantrasyonu dışında bütün konsantrasyonlarında antikanser aktivite gösterdi. *Scorzonera latifolia* elde edilen suda çözünür polisakkaritler SH-SY5Y ve DU-145 hücre hattına uygulandı. SH-SY5Y hücre hattında düşük konsantrasyonlarda herhangi bir etki gözlemlenmedi. 0,4 oranında olan kontrole oranla düşük dozlar hücre canlılığını arttırmıştır. En iyi aktiviteyi 500 µg/mL, 1000 µg/mL, 2000 µg/mL konsantrasyonların da gösterdi. 0,4 ten fazla olan kontrole kıyaslandığında 0,2 ye düşürdü. Aynı bitki DU-145 hücre hattına uygulandığında 125 µg/mL ile 4000 µg/mL konsantrasyonları dışında diğerlerinde antikanser aktivite gözlemlenmiştir. Bu iki hücre hattı kıyaslandığında *Scorzonera latifolia* bitkisinden elde edilen suda çözünen polisakkaritlere olan aktiviteleri doza göre değişmektedir. SH-SY5Y hücre hattında düşük konsantrasyonlarda hücre canlılığı arttı. DU-145 te en yüksek konsantrasyon hücre canlılığı artarken düşük olanlarda hücre canlılığı azaldı. *Rosa canina* elde edilen suda çözünür polisakkaritler SH-SY5Y hücre hattı üzerinde kontrole oranla az da olsa antikanser aktivite sergiledi. DU-145 hücre hattında ise sadece yüksek konsantrasyonlarda erki gösterdi. Kontrol 0,6 oranın üzerideyken en iyi aktivite gösteren konsantrasyon 2000 µg/mL 0,4 orana kadar düştü. Düşük konsantrasyonlar DU-145 hücre hattındaki kontrole neredeyse aynı ya da hücre canlılığı kontrole oranla artmış. Ancak yüksek konsantrasyonlarda hücre canlılığı anlamlı bir şekilde azalmıştır. *Rosa canina* SH-SY5Y kanser hücre hattında çok fazla aktivite gösteremezken DU-145 hücre hattının yüksek konsantrasyonlarında anlamlı sonuçlar vermiştir. *Astragalus brachycalyx* bitkisinden elde edilen suda çözünür polisakkaritler SH-SY5Y ve DU-145 kanser hücre hattında denendi. Sonuçlar neticesinde SH-SY5Y hücre atında kontrole oranla 2 konsantrasyon dışında diğerlerinde anlamlı bir sonuç bulundu. Yani SH-SY5Y hücre hattı üzerinde hücre canlılığı azaldı. DU-145 hücre hattında ise hiçbir konsantrasyonda anlamlı bir sonuç elde edilmedi. Veriler kontrole aynı ya da kontrolden, anlamlı olamayacak kadar az etki gösterdi. Tüm bu antikanser aktiviteler birlikte değerlendirildiğinde çalışılan

hemen hemen tüm bitki suda çözünebilir polisakkaritler iyi bir antikanser aktivite gösterdi. Çalışmanın sonuçları literatür ile uyumludur.

Yapılan antimikrobiyal testi için bir patojen ve bir yararlı olmak üzere 2 maya türü kullanıldı. Hem yararlı hem de patojen olan maya türlerinde antifungal aktivite gözlemlendi. Yararlı maya olan *Saccharomyces boulardii* ye oranla patojen maya olan *Candida tropikallis* te daha fazla antifungal etki bulunmaktadır. Her bitkinin suda çözünür polisakkaritleri neredeyse aynı etkiyi gösterdi. 4 patojen bakteri üzerinde antibakteriyel testi yapıldı. Yapılan test sonucunda mayalara göre bakteriler üzerine suda çözünür polisakkaritlerin antimikrobiyal etkisi daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen suda çözüner polisakkaritlerin biyolojik aktiviteleri beklenen sonucu vermiştir. Suda çözüner polisakkaritler SH-SY5Y ve DU-145 hücre hattı üzerine uygulandığında kontrole kıyaslandığında konsantrasyon artıka daha anlamlı bir antikanser aktivite göstermiştir.

Suda çözüner polisakkaritlerin DPPH giderimine bakıldığında anlamlı bir antioksidan aktivite sergilememiştir. Antioksidan aktivitenin tam anlamıyla olmaması konsantrasyonların düşük olmasından kaynaklı olabilir. Konsantrasyonlar yüksek olursa daha anlamlı sonuçlar elde edilebilir.

Antimikrobiyal etkiye bakıldığında kontrole oranla az da olsa hem antifugal hemde antimikrobiyal etki gözlemlenmiştir. Antimikrobiyal analizinde konsantrasyon çalışılmamıştır. Konsantrasyola çalışıldığında ve bu konsantrasyonlar yüksek tutulduğunda anlamlı sonuç alınabilir.

Suda çözünebilir polissakratilerin antioksidan aktivitesinin düşük antikanser aktivitelerinin yüksek bulunması bu maddelerin özellikle hedef kanserli hücrelere karşı etkili bir ajan olabilme potansiyeline sahip olabilir.

Suda çözünebilir polisakkaritlerin etkinlikleri ve biyolojik rolleri hakkında daha ileri çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

Aboul-Enein Y, Bunacıu A, Fleschin S (2014) Evaluation of the protein secondary structures using Fourier Transform Infrared Spectroscopy. Gazi University Journal of Science 27(1): 637-644

Altınışik M (2010) Karbohidrat Metabolizması Bozukluklarına Biyokimyasal Yaklaşım. Adü Tıp Fakültesi Dergisi 11(1): 51-59

Altınsoy B, Yuvalı Çelik G (2016) Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yayın Organıdır. Sağlık Bilimleri Dergisi 25(1): 53-57

Aslanipour B, Gülcemal D, Nalbantsoy A, Yusufoglu H, Bedir E (2017) Cycloartane-type glycosides from *Astragalus brachycalyx* FISCHER and their effects on cytokine release and hemolysis. Phytochemistry Letters 21: 66-73

Badrinathan S, Shiju TM, Christa ASS, Arya R, Pragasam V (2012) Purification and structural characterization of sulfated polysaccharide from *Sargassum myriocystum* and its efficacy in scavenging free radicals. Indian journal of pharmaceutical sciences 74(6): 549

Bağcıoğlu M, Kohler A, Seifert S, Kneipp J, Zimmermann B (2017) Monitoring of plant environment interactions by high throughput FTIR spectroscopy of pollen. Methods in Ecology and Evolution 8(7): 870-880

Chen LC, Jiang BK, Zheng WH, Zhang SY, Li JJ, & Fan ZY (2019) Preparation characterization and anti-diabetic activity of polysaccharides from adlay seed. International journal of biological macromolecules 139: 605-613

Chen X, Li T, Qing D, Chen J, Zhang Q, Yan C (2020) Structural characterization and osteogenic bioactivities of a novel *Humulus lupulus* polysaccharide, Food & function 11(1): 1165-1175

Chylińska M, Szymańska CM, Zdunek A (2016) FT-IR and FT-Raman characterization of non-cellulosic polysaccharides fractions isolated from plant cell wall, Carbohydrate polymers 154: 48-54

Çoban EP, Bıyık HH (2008) Asetik asit bakterilerinden elde edilen alternatif selüloz. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR 6(2): 19-26

Çoklar H, Akbulut M (2016) Alıç (*Crataegus Orientalis*) Meyvesinin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Bileşiklerinin Ekstraksiyonu Üzerine Farklı Çözgenlerin Etkisi. Derim 33(2): 237-248

Dağbağlı S, Göksungur Y (2005) Mikrobiyal Yolla Üretilen Polisakkaritler ve Gıda Sanayinde Kullanımı. Akademik Gıda 3(2): 32-37

Dawood DH, Elmongy MS, Negm A, Taher MA (2020) Extraction and chemical characterization of novel water-soluble polysaccharides from two palm species and their antioxidant and antitumor activities. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences 7(1): 141- 158

Doublier JL, Garnier C, Renard D Sanchez C (2000) Protein polysaccharide interactions. Current opinion in Colloid & interface Science 5(3-4): 202-214

Linhardt RJ, Galliher PM Cooney CL (1987) Polysaccharide lyases. Applied biochemistry and biotechnology 12(2): 135-176

Erden Y, Kırbağ S, Yılmaz Ö (2013) Phytochemical composition and antioxidant activity of some *Scorzonera* species, Proceedings of the National Academy of Sciences. India Section B: Biological Sciences 83(2): 271-276

Ersoy N, Kaynak L (2007) Yenidünya (*Eriobotrya Japonica* Lindl) Yapraklarında Karbonhidratlar ve Azotun Mevsimsel Değişimi. Selcuk Journal Of Agriculture And Food Sciences 21(43): 25-29

Kallel F (2014) Garlic (*Allium sativum* L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties Ind. Crop. Prod 62: 34-41

Faydaoğlu E, Sürücüoğlu MS (2011) Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty 11(1): 52-67

Gabriel GJ (2007) Infectious disease: connecting innate immunity to biocidal polymers. Mater. Sci. Eng. R. Rep 57(1-6) : 28-64

Gómez-Ordóñez E, Rupérez P (2011) FTIR-ATR spectroscopy as a tool for polysaccharide identification in edible brown and red seaweeds. *Food hydrocolloids* 25(6): 1514-1520

Güven A (2018) *Biyokimya*

Cheng H (2013) Extraction, antioxidant and antimicrobial activities of *Epimedium acuminatum* Franch. *Polysaccharide Carbohydr. Polym* 96(1): 101-108

Hinterstoisser B, Salmén L (1999) Two dimensional stepscan FTIR: a tool to unravel the OH valency range of the spectrum of Cellulose I. *Cellulose* 6(3): 251-263

Hospodarova V, Singovszka E, Stevulova N (2018) Characterization of cellulosic fibers by FTIR spectroscopy for their further implementation to building materials. *American journal of analytical chemistry* 9(6): 303-310

Huang G, Mei X, Hu J (2017) The antioxidant activities of natural polysaccharides. *Curr. Drug Targets* 18(11): 1296-1300

Jen CI, Su CH, Lai MN, Ng LT (2021) Comparative anti-inflammatory characterization of selected fungal and plant water soluble polysaccharides. *Food Science and Technology Research* 27(3): 453-462

Kahveci E, Yeşilkaya M, Malkoçoğlu S (2018) Orta Karadeniz Bölgesindeki tıbbi ve aromatik bitki işletmelerinin yapısal analizi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* 7(1): 55-68

Karadayı YI, Aykutoglu G, Arslan NP, Baltacı MO, Adiguzel A, Taskin M (2021) Production of water-soluble sulfated exopolysaccharide with anticancer activity from *Anoxybacillus gonensis* YK25. *Journal of Chemical Technology Biotechnology* 96(5): 1258-1266

Karaoğlu ES, Albayrak A, Kutlu Z, Bayır Y (2018) Gastroprotective and antioxidant effects of *Eremurus spectabilis* Bieb. methanol extract and its isolated component isoorientin on indomethacin induced gastric ulcers in rats. *Acta chirurgica brasileira* 33: 609-618

Koçhan N (2010) Peyzaj Planlama Ve Tasarım Çalışmalarında Kuşburnu (*Rosa Canina* L.) Bitkisinin Değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 14(4): 33-37

Kong J, Yu S (2007) Fourier transform infrared spectroscopic analysis of protein secondary structures. *Acta biochimica et biophysica Sinica* 39(8): 549-559

Ktari N, Bkhairia I, Nasri M, Salah RB (2020) Structure and biological activities of polysaccharide purified from Senegrain seed. *International journal of biological macromolecules* 144: 190-197

Lafarga T, Acién-Fernández FG, Garcia-Vaquero M (2020) Bioactive peptides and carbohydrates from seaweed for food applications: Natural occurrence, isolation, purification, and identification. *Algal Research* 48: 101909

Li F, Liu X, Yu X, Xu X, Yang H (2019) Optimization of the extraction, preliminary characterization, and anti-inflammatory activity of crude polysaccharides from the stems of *Trapa quadrispinosa*. *RSC advances* 9(39): 22540-22550

Liu X, Sun ZL, Jia AR, Shi YP, Li RH, Yang PM (2014) Extraction, preliminary characterization and evaluation of in vitro antitumor and antioxidant activities of polysaccharides from *Mentha piperita*. *International journal of molecular sciences* 15(9): 16302-16319

Liu X, Zhang X, Zhang X, Li F, Tian Y, Du M, Shao L (2020) Antibacterial activity of *Osmunda japonica* (Thunb) polysaccharides and its effect on tomato quality maintenance during storage. *International Journal of Food Science & Technology* 55(7): 2851-2862

Lu MK, Lin TY, Chang CC (2018) Chemical identification of a sulfated glucan from *Antrodia cinnamomea* and its anti-cancer functions via inhibition of EGFR and mTOR activity. *Carbohydrate polymers* 202: 536-544

Mizuno T, Hagiwara T, Nakamura T, Ito H, Shimura K, Sumiya T, Asakura A (1990) Antitumor activity and some properties of water-soluble polysaccharides from "Himematsutake," the fruiting body of *Agaricus blazei* Murill. *Agricultural and biological chemistry* 54(11): 2889-2896

Muhidinov ZK, Bobokalonov JT, Ismoilov IB, Strahan GD, Chau HK, Hotchkiss AT, Liu L (2020) Characterization of two types of polysaccharides from *Eremurus hissaricus* roots growing in Tajikistan. *Food Hydrocolloids* 105: 105768

Mzoughi Z, Souid G, Timoumi R, Le Cerf D, Majdoub H (2019) Partial characterization of the edible *Spinacia oleracea* polysaccharides: Cytoprotective and antioxidant potentials against Cd induced toxicity in HCT116 and HEK293 cells. *International journal of biological macromolecules* 136: 332-340

Na YS, Kim WJ, Kim SM, Park JK, Lee SM, Synytsya A (2010) Purification, characterization and immunostimulating activity of watersoluble polysaccharide isolated from *Capsosiphon fulvescens*. *Int Immunopharmacol* 10: 36470

Nandiyanto ABD, Oktiani R, Ragadhita R (2019) How to read and interpret FTIR spectroscopy of organic material. Indonesian Journal of Science and Technology 4(1): 97-118

Orhan DD, Harvetioğlu A (2013) Kuşburnu Bitkisinin Kimyasal Bileşimi ve Biyolojik Aktiviteleri. Spatula DD 3(1): 23-30

Özalp P, Emre İ (1998) Karbohidratların *Pimpla turionellae* L. ergin dişilerinde total glikojen ve protein miktarına etkileri. Turkish Journal of Biology 22(1): 15-19

Özhanlı H, Bilgin DG, Erbaş CM, Erbaş ME (2021) Nadir Bir Şeker Olan D-Allülozun Beslenmede Kullanım İmkânları Ve Üretim Yöntemleri. Gıda 46(4): 925-938

Özyurt, VH, Ötleş S (2014) Prebiyotikler: metabolizma için önemli bir gıda bileşeni. Akademik Gıda 12(1): 115-123

Peng Y, Zhang L, Zeng F, Kennedy JF (2005) Structure and antitumor activities of the water-soluble polysaccharides from *Ganoderma tsugae* mycelium. Carbohydrate Polymers 59(3): 385-392

Polat R (2019) Ethnobotanical study on medicinal plants in Bingöl (City center) (Turkey). Journal of Herbal Medicine 16: 100211

Zhao R (2013) Antitumor activity of *Portulaca oleracea* L. polysaccharides against cervical carcinoma in vitro and in vivo. Carbohydr. Polym 96(2): 376-383

Sharon N, Lis H (1993) Carbohydrates in Cell Recognition (Scientific-American, Vol 268, Pg 84, 1993). Scientific American 268(3): 12-12

Siahpoosh A, Amraee F, Abadi FG (2010) Antioxidant activity of aerial parts of various extracts of *Asteragalus brachycalyx*. Scientific Medical Journal (AJUMS) 9(3): 271-277

Sila A, Bayar N, Ghazala I, Bougatef A, Ellouz-Ghorbel R, Ellouz-Chaabouni S (2014) Water-soluble polysaccharides from agro-industrial by-products: functional and biological properties. International journal of biological macromolecules 69: 236-243

Synytsya A, Míčková K, Synytsya A, Jablonský I, Spěváček J, Erban V, Čopíková J (2009) Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. Carbohydrate polymers 76(4): 548-556

Talib WH, Mahasneh AM (2010) Antimicrobial, cytotoxicity and phytochemical screening of Jordanian plants used in traditional medicine Molecules 15(3): 1811-1824

Wang J, Zhao X, Tian Z, Yang Y and Yang Z (2015) Characterization of an exopolysaccharide produced by *Lactobacillus plantarum* YW11 isolated from Tibet Kefir. *Carbohydr Polym* 125: 16-25

Wang R, Chen P, Jia F (2012) Optimization of polysaccharides from *Panax japonicus* CA Meyer by RSM and its anti-oxidant activity. *Int J Biol Macromol* 50(2): 331–336

Wang J (2016) Reviews on mechanisms of in vitro antioxidant activity of polysaccharides. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*

Wang L, Zhang B, Xiao J, Huang Q, Li C, Fu X (2018) Physicochemical, functional, and biological properties of water-soluble polysaccharides from *Rosa roxburghii* Tratt fruit. *Food chemistry* 249: 127-135

Jia X (2014) Extraction, purification and characterization of polysaccharides from hawk tea *Carbohydr. Polym* 99: 319-324

Zha XQ (2009) Antioxidant properties of polysaccharide fractions with different molecular mass extracted with hot-water from rice bran *Carbohydr. Polym* 78(3): 570-575

Xiao-Qing L, An-Jun L (2020) Relationship between heat treatment on structural properties and antitumor activity of the cold-water soluble polysaccharides from *Grifola frondosa*. *Glycoconjugate Journal* 37(1): 107-117

Xing X, Cui SW, Nie S, Phillips GO, Goff HD, Wang Q (2013) A review of isolation process, structural characteristics, and bioactivities of water-soluble polysaccharides from *Dendrobium* plants. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 1(2): 131-147

Yarley OPN, Kojo AB, Zhou C, Yu X, Gideon A, Kwadwo HH, Richard O (2021) Reviews on mechanisms of in vitro antioxidant, antibacterial and anticancer activities of water-soluble plant polysaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*

Yenil N, Kuzu S, Ay K, Ay E (2009) Monosakkarit Birimlerinin O-Glikozidik Bağlanması; O-Disakkarit Oluşumları. *Celal Bayar University Journal of Science* 5(1): 59-74

Yıldız EA (2018) Böbrek Hastalıkları ve Karbonhidrat Metabolizması. *Beslenme ve Diyet Dergisi* 46: 2-6

Yin Z, Zhang W, Zhang J, Kang W (2017) Isolation, purification, structural analysis and coagulatory activity of water-soluble polysaccharides from *Ligustrum lucidum* Ait flowers. *Chemistry Central Journal* 11(1): 1-10

Yin Z, Zhang W, Zhang J, Kang W (2017) Isolation, purification, structural analysis and coagulatory activity of water-soluble polysaccharides from *Ligustrum lucidum* Ait flowers. *Chemistry Central Journal* 11(1): 1-10

Yin Z, Zhang W, Zhang J, Liu H, Guo Q, Chen L, Kang W (2019) Two novel polysaccharides in *psoralea corylifolia* L and anti-A549 lung cancer cells activity in vitro. *Molecules* 24(20): 3733

Xiao Z (2020) Structural characterization, antioxidant and antimicrobial activity of water-soluble polysaccharides from bamboo (*Phyllostachys pubescens mazel*) leaves *Int. J. Biol. Macromol* 142: 432-442

Zhao ZY, Huangfu LT, Dong LL, Liu SL (2014) Functional groups and antioxidant activities of polysaccharides from five categories of tea. *Industrial Crops and Products* 58: 31-35

Zhi F, Yang TL, Wang Q, Jiang B, Wang ZP, Zhang J, Chen YZ (2019) Isolation, structure and activity of a novel water-soluble polysaccharide from *Dioscorea opposita* Thunb. *International journal of biological macromolecules* 133: 1201-1209

Zhu B, Qian C, Zhou F, Guo J, Chen N, Gao C, Ding Z (2020) Antipyretic and antitumor effects of a purified polysaccharide from aerial parts of *Tetrastigma hemsleyanum*. *Journal of ethnopharmacology* 253: 112663

Zhu Y, Bai J, Zhou Y, Zhang Y, Zhao Y, Dong Y, Xiao X (2021) Water-soluble and alkali-soluble polysaccharides from bitter melon inhibited lipid accumulation in HepG2 cells and *Caenorhabditis elegans*. *International Journal of Biological Macromolecules* 166: 155-165