

ARGEPAK BİNASINDA OFİS/LABORATUVAR ALANI TAHSİSİ
GERÇEKLEŞTİRİLEN ARAŞTIRMA GRUPLARI FAALİYET RAPORU
(2025)

Araştırma Grubu	Repro Fellas Araştırma Grubu
Proje Yürütücüsü / Grup Lideri	Dr. Öğr. Üyesi Ali Erdem ÖZTÜRK
Sanayi Kuruluşu (İş Birliği varsa)	-
Proje Türü / Destek Programı	Ar-Ge Projesi, TÜBİTAK-TAGEM İş Birliği 1003 Programı
Projenin Başlığı	Boğa Spermasının Saflaştırılmasında Biyoyumlu Manyetik Fe ₃ O ₄ Nanoparçacıkların Kullanımı ve Nno Saflaştırılmış Sperma Elde Edilmesi
Tahsise Konu Olacak Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihi	01.09.2023-01.07.2026
Araştırmacı(lar)	Prof. Dr. Serpil SARIÖZKAN, Dr. Öğr. Üyesi Fırat KORKMAZ, Dr. Derya ŞAHİN, Dr. Seher ŞİMŞEK, Dr. Aslıhan TURHAN, Dr. Yunus Emre ATAY, Öğr. Gör. Şeyma DADI, Ramazan SEVGİ, Prof. Dr. İsmail ÖÇSOY
Proje Grubu	☐ Fen ve Mühendislik Bilimleri ☒ Tıp ve Sağlık Bilimleri ☐ Sosyal Bilimler ☐ Üniversite-Sanayi İş Birliği
<i>Bu alan, ofis/laboratuvar alanı tahsisi sırasında sunulan bilgilerle doldurulmuştur.</i>	

1. DÖNEM İÇİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER VE ELDE EDİLEN BULGULAR/SONUÇLAR

Tahsis kapsamında yürütülen projenin iş-zaman çizelgesi dikkate alınarak dönem içinde proje kapsamında gerçekleştirilen faaliyetler ve elde edilen sonuçlar sunulmalıdır.

1.1 Dönem İçinde Gerçekleştirilen Faaliyetler ve Elde Edilen Bulgular/Sonuçlar

Proje öneri formunun iş-zaman çizelgesinde ilgili gelişme raporu dönemi için planlanan tüm İP'leri ve her İP için ayrı olacak şekilde tablolar oluşturulmalı ve bilgi sunulmalıdır.

İP No	4
İP Adı	Fe ₃ O ₄ NP' Lere Annexin V, Lectin PNA/PSA ve Anti Ubiquitin Gibi Biyo Belirteçlerin Bağlanması ve Hedef Spesifik Manyetik Nanokomplekslerin (HSMN) Üretimi
İP Tamamlanma Durumu (Yüzde Belirtilmelidir)	%80

a) İP Kapsamında Yapılan Çalışmalar ve Elde Edilen Bulgular

İP hedeflerine yönelik yapılan çalışmalar, ulaşılan hedefler ve elde edilen bulgular ilgili literatüre atıflar yapılarak detaylı olarak sunulur ve sonuçlar tartışılır. İP kapsamında elde edilen ara çıktılarına ilişkin bilgiler verilir. Ana açıklamalar dışında İP kapsamında elde edilen ara çıktılar (teknik rapor, liste, diyagram, analiz/ölçüm sonucu, algoritma, yazılım, anket formu, verim, ham veri vb.) hakkında bilgi verilir ve ara çıktılar ekler bölümünde sunulur.

1. 30 nm boyutundaki Fe₃O₄ Nanopartiküllerin sentezi

Sentezde literatürdeki prosedür modifiye edilerek uygulanmıştır (Li vd., 2007). 400 mg Demir(III) asetilasetonat (Fe(acac)₃) 40 mL etilen glikol içinde çözünmesi sağlanmıştır. Karışıma 4 g 1,6-hekzadiazin ve 800 mg sodyum asetat eklenmiştir. Karışım turuncu-kahve homojen bir görünüm alana kadar manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım teflon otoklava alınarak 197 °C'de 6 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda oda sıcaklığına kadar soğutulan karışım reaksiyona girmeyen 1,6-hekzadiazini uzaklaştırmak için etanol ile yıkanmıştır. Reaksiyon sonunda Fe₃O₄ NP'leri elde edilmiştir.

2. Fe₃O₄ NP'lere PNA ve PSA Proteinlerinin bağlanması

80 mg Fe₃O₄ NP'ler %5 oranında glutaraldehit ile karıştırılmış ve çözeltinin pH'ı 7'ye ayarlanmıştır. Karışım 6 saat boyunca vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Süre sonunda glutaraldehitin ortamdan uzaklaştırılması için deiyonize su ile 5 defa yıkama yapılmıştır. Her iki proteinden 1 mg/mL konsantrasyonunda çözeltileri hazırlanmıştır. Glutaraldehit ile aktive edilmiş Fe₃O₄ NP'lere eklenerek 8 saat vorteks üzerinde inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda süpernatantta kalan protein çözeltisi alınmıştır. Fe₃O₄ NP'ler PBS tamponu ile yıkanmış ve tamponun içerisinde +4 °C'de saklanmıştır.

3. Bradford Yöntemine Göre Protein Miktarının Hesaplanması:

Süpernatantta kalan protein miktarı tayini Bradford yöntemine göre yapılmıştır (Kruger, 2009).

Bradford reaktifinin hazırlanışı:

100 mg Coomassie Brilliant Blue G-250 boyası üzerine 50 mL %95'lik etanol ve 100 mL %85'lik fosforik asit çözeltisi eklenerek boya karıştırılmıştır. Boya tamamen çözündükten sonra 1 L'ye seyreltilmiştir.

Protein Miktarının Hesaplanması:

Standart kalibrasyon eğrisinin oluşturulması için 0,01-0,1 mg/mL sığır serum albumin çözeltileri hazırlanmıştır. Bu çözeltilerden 1 mL alınarak üzerine 5 mL bradford reaktifi eklenmiştir. Çözeltiler 20 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra UV Vis Spektrofotometrede 595 nm'de absorpsanları ölçülmüştür. Ölçülen absorpsan değerlerine göre standart kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur.

1:5 oranında seyreltilen süpernatant çözeltilerinin üzerine 5 mL bradford reaktifi eklenerek oda sıcaklığında 20 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda absorpsanları ölçülmüştür. Oluşturulan grafiğe göre Fe₃O₄ NP'lerin proteinleri **bağlama oranları PNA için %77 PSA için %78 olarak tespit edilmiştir.**

BULGULAR

Sentezlenen NP'lerin boyut ve morfolojileri STEM, boyut dağılımları ve yüzey yükleri ise DLS ve zetasizer ile tespit edilmiştir.

1. STEM Analizi

Sentezlenen Fe₃O₄@PNA NP ve Fe₃O₄@PSA NP'lerin morfolojileri taramalı geçirgen elektron mikroskobu (STEM) ile incelenmiştir. İlgili görüntüler **Ek 1 Stem Görüntüleri** dosyasında verilmiştir.

STEM görüntülerine göre sentezlenen Fe₃O₄@PNA ve Fe₃O₄@PSA NP'lerinin küresel morfolojiye sahip olduğu ve NP'lerin homojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Fe₃O₄ NP'lere protein bağlama işleminin NP'lerin morfolojisini bozmadığını ve yüzey modifikasyonunun NP'ye zarar vermeden başarılı bir şekilde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

2. DLS ve Zeta Analizi

Sentezlenen Fe₃O₄ NP, Fe₃O₄@PNA NP ve Fe₃O₄@PSA NP'lerin boyut dağılımları dinamik ışık saçılımı tekniği (DLS) ile ölçülmüştür ve **Ek 2. DLS ve Zeta Potansiyeli Grafikleri** dosyasında sunulmuştur. Ek 2'ye göre Fe₃O₄ NP'nin hidrodinamik çapı yaklaşık olarak 175 nm, Fe₃O₄@PSA NP'nin ve Fe₃O₄@PNA NP'ninki ise 647 nm ve 725,4 nm olarak tespit edilmiştir. Hidrodinamik çapta gözlenen bu belirgin bir artış, proteinlerin NP yüzeyine bağlandığını ve yüzeyde tabaka oluşturduğunu göstermektedir. Yüzeyde oluşan bu tabaka ise su ile hidrojen bağları kurarak bir hidrasyon tabakası oluşturmuştur ve böylece NP'lerin hidrodinamik çapları artmıştır. Ayrıca, proteinlerin bağlanmasıyla NP yüzeyinde meydana gelen bu yapısal değişimin, partikül agregasyon eğilimini de artırdığı düşünülmektedir. Benzer sonuçlar literatürde rapor edilmiştir (Yousef et al., 2020; Gawali et al., 2021).

Fe₃O₄ NP'nin +15,7 mV olan pozitif yüzey potansiyeli, **protein bağlanması sonrasında -24,2 ve -24 mV değerine düşmüştür**. Bu değişim, ortam pH'sının PNA (izoelektrik nokta: 5,5–6,5) ve PSA (izoelektrik nokta: 6,0–6,7) proteinlerinin izoelektrik noktalarının üzerinde olmasından kaynaklanmaktadır. Bu koşullarda her iki protein de negatif yük taşımakta ve yüzeye bağlandıklarında NP'lerin yüzey yükünü negatif değerlere kaydırmaktadır. Benzer sonuçlar literatürde rapor edilmiştir (Mazario et al., 2017; Yallapu et al., 2015).

Sonuç olarak zeta potansiyel ve DLS analizlerinden elde edilen bulgular PNA ve PSA'nın Fe₃O₄ NP'nin yüzeyine bağlandığını göstermektedir.

b) İP Sonuçlarının İlgili İP'nin Başarı Ölçütleri Göz Önüne Alınarak Gerçekleşme Durumu

İP'nin tamamlanan rapor dönemi için gerçekleşme durumu, proje önerisinde belirlenmiş başarı ölçütleri dikkate alınarak kendi içinde ve proje bütünlüğü kapsamında bir değerlendirme yapılır.

İlgili iş paketinde Lectin PNA ve Lectin PSA bağlı Fe₃O₄ nanoparçacıkların başarı ile sentezlendiği görülmektedir. Ancak Anti-Ubiquitin ve Annexin-V bağlı Fe₃O₄ nanoparçacıkların sentezlenmesi durdurulmuştur. Bu durumun nedeni, Lectin PNA ve PSA bağlı nanoparçacıkların spermanın çöktürülmesinde istenilen başarıyı sergilememiş olmasıdır. Bu durum bir sonraki iş paketinde detaylıca anlatılacak ve hazırlanan B planları sunulacaktır. Anti Ubiquitin ve Annexin V görece pahalı ve tedarik edilmesi uzun süren biyomarkörlerdir. Bu nedenle önceliğimiz Lectin PNA ve PSA da karşılaşılan problemlerin üstesinden gelmek ve sistem %100 çalıştığında bu iki biyomarkörün bağlandığı Fe₃O₄ nanoparçacıkları sentezlemektir.

Yousef, M. S., López-Lorente, A. I., Díaz-Jiménez, M., Consuegra, C., Dorado, J., Pereira, B., ... & Hidalgo, M. (2020). Nano-depletion of acrosome-damaged donkey sperm by using lectin peanut agglutinin (PNA)-magnetic nanoparticles. *Theriogenology*, 151, 103-111.

Mazario, E., Forget, A., Belkahla, H., Lomas, J. S., Decorse, P., Chevillot-Biraud, A., ... & Hemadi, M. (2017). Functionalization of iron oxide nanoparticles with HSA protein for thermal therapy. *IEEE Transactions on Magnetics*, 53(11), 1-5.

Gawali, S. L., Shelar, S. B., Gupta, J., Barick, K. C., & Hassan, P. A. (2021). Immobilization of protein on Fe₃O₄ nanoparticles for magnetic hyperthermia application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 166, 851-860.

Kruger, N. J. (2009). The Bradford method for protein quantitation. *The protein protocols handbook*, 17-24.

Li, Y., Xu, X., Deng, C., Yang, P., & Zhang, X. (2007). Immobilization of trypsin on superparamagnetic nanoparticles for rapid and effective proteolysis. *Journal of proteome research*, 6(9), 3849-3855.

Yallapu, M. M., Chauhan, N., Othman, S. F., Khalilzad-Sharghi, V., Ebeling, M. C., Khan, S., ... & Chauhan, S. C. (2015). Implications of protein corona on physico-chemical and biological properties of magnetic nanoparticles. *Biomaterials*, 46, 1-12.

İP No	5
İP Adı	Boğa Spermasının HSMN ile Nano Safılaştırmanın Yapılması ve Dondurulması
İP Tamamlanma Durumu (Yüzde Belirtilmelidir)	%80

a) İP Kapsamında Yapılan Çalışmalar ve Elde Edilen Bulgular

İP hedeflerine yönelik yapılan çalışmalar, ulaşılan hedefler ve elde edilen bulgular ilgili literatüre atıflar yapılarak detaylı olarak sunulur ve sonuçlar tartışılır. İP kapsamında elde edilen ara çıktılarına ilişkin bilgiler verilir. Ana açıklamalar dışında İP kapsamında elde edilen ara çıktılar (teknik rapor, liste, diyagram, analiz/ölçüm sonucu, algoritma, yazılım, anket formu, verim, ham veri vb.) hakkında bilgi verilir ve ara çıktılar ekler bölümünde sunulur.

İlgili iş paketinde proje başvuru formunda sunulan yöntem eksiksiz bir şekilde uygulanmıştır. Çalışmada 5 farklı boğadan alınan sperma örnekleri kullanılmıştır. Oluşturulan Fe₃O₄@PNA NP ve Fe₃O₄@PSA NP, her bir boğadan alınan 2 şer ml lik sperma ile 500 µg/mL ve 1000µg/mL dozunda karıştırılmıştır. Ekilibrasyondan hemen önce 37°C de benmari içerisinde 20 dakika bekletilmiş ve 20 dakikanın sonunda mıknatıslanarak nanoparçacıklar ile kapladığı düşünülen hasarlı spermatozoa tüpün dibine çöktürülmüştür. Çökmeyen spermadan bir miktar alınarak taze spermada CASA ve akış sitometrik analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları ve istatistiksel veriler **Ek 3. Ekilibrasyon Öncesi CASA ve Akış Sitometri Verileri** dosyasında paylaşılmıştır. Daha sonra nanomalzemeler ve sperma yeniden karıştırılmış ve 4°C de 3 saat ekilibrasyonda tutulmuş ve ekilibrasyon sırasında (son 1 saatlik kısım) mıknatıslanarak yeniden çöktürme işlemi yapılmıştır (**Ek 4. Ekilibrasyon Sürecinde Deney Düzenegi**). Ekilibrasyon sonunda çökmeyen kısımdan örnekler alınarak CASA ve akış sitometrik analizler yapılmış ve çöken kısım ve çökmeyen kısım birbirinden ayrıştırılarak dondurulmuştur. Ekilibrasyon sonrası akış sitometrik analizler **Ek 5. Ekilibrasyon Sonrası CASA ve Akış Sitometri Verileri** dosyasında sunulmuştur.

Çöktürme işlemi sonrasında falkon tüplerin dibinde kalan nanoparçacık/sperma birikintileri ayrıca payetlenip dondurulmuştur ve nanomalzeme-sperma etkileşimlerinin görüntüleneceği STEM analizleri için saklanmaktadır.

Hem Ek 3 hem de Ek 4 incelendiğinde çöktürme uygulanan gruplar ile kontrol grupları arasında herhangi bir fark görülmediği, özellikle akrozomal hasarın ölçüldüğü analizlerde (F+P+) Fe₃O₄@PNA NP ve Fe₃O₄@PSA NP gruplarının kontrol grubundan daha düşük F+P+ değeri sergilemesi beklenirken bu beklentinin gerçekleşmediği görülmüştür. Ekilibrasyon sonrası ölçümlerde de benzer sonuçların alındığı, gruplar arasında herhangi bir fark oluşmadığı saptanmıştır. Bu bağlamda elde edilen veriler değerlendirildiğinde iki muhtemel mekanizma nedeniyle ilk denemelerin başarısız olduğu ön görülmektedir. Bunlar;

- 1) Bu çalışmada, protein ile fonksiyonelleştirilmiş Fe₃O₄ nanoparçacıklarının zeta potansiyeli -24,2 mV olarak ortaya çıkmıştır (bu değer Lectin PNA ve PSA bağlanmadan önce +15.7 idi). Zeta potansiyeli, partiküller arası elektrostatik etkileşimleri belirleyen önemli bir parametredir. Pozitif ve negatif yükler arasındaki elektrostatik çekim, bağlanma ve agregasyon süreçlerini kolaylaştırırken, aynı işaretli yükler birbirini iter. Boğa spermasının yüzey yükünün negatif olduğu bilindiğinden (Wongtawan vd., 2018) mevcut durumda hem protein bağlı Fe₃O₄ NP'ler hem de sperm hücreleri negatif yüklü olduğundan, elektrostatik itme kuvveti baskın olmuş ve nanoparçacık-sperma etkileşimi gerçekleşmemiş olabilir.
- 2) Negatif yüzey yüküne rağmen protein bağlı Fe₃O₄ NP'ler sperma membranına bağlanmış olabilir. Ancak bu bağlanma ya çok az miktarda şekillenmiş ya da ideal oranda şekillenmesine rağmen mıknatısın çekim kuvveti taze ve ekilibrasyon sonrasındaki spermanın hareket kabiliyetine karşı gelecek güçte olamamış olabilir.

Her iki mekanizmayı da anlamanın tek yolu çöktürülmüş ve çöktürülmemiş spermallerden STEM görüntüleri almaktır. Elde edilen STEM görüntüleri sonucunda nanomalzeme-spermatozoa etkileşimleri rahatlıkla görülebilecektir. Ancak STEM analizlerinin yapılacak olduğu Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (TAUM) bünyesindeki STEM mikroskobu eylül ayı içerisinde arızalanmış olup yaptığımız görüşmede kasım ayının ilk haftasında yeniden kullanıma başlanacağı ifade edilmiştir. Bu nedenle örnekler donuk vaziyette saklanmaktadır. STEM analizi sonucunda oluşacak muhtemel sonuçlar ve B planları aşağıdaki başlıkta belirtilmiştir.

Wongtawan, T., Dararatana, N., & Onnkanond, B. (2018). Zeta potential of bovine X and Y sperm and its application for sperm sorting. Thai J. Vet. Med. Suppl, 48, O25-O26.

b) İP Sonuçlarının İlgili İP'nin Başarı Ölçütleri Göz Önüne Alınarak Gerçekleşme Durumu

İP'nin tamamlanan rapor dönemi için gerçekleşme durumu, proje önerisinde belirlenmiş başarı ölçütleri dikkate alınarak kendi içinde ve proje bütünlüğü kapsamında bir değerlendirme yapılır.

İş paketi yönetsel açıdan tamamlanmış ve spermalar dondurulmuştur. Ancak yapılan analiz sonuçlarında istenilen hedeflere ulaşılamamıştır. Bu nedenle yapılacak STEM analizleri ile problemin kaynağı belirlenip B planları devreye alınacaktır.

Oluşacak Muhtemel Sonuç 1: Yapılan STEM analizinde protein bağlı Fe_3O_4 NP'ler spermatozoanın baş kısmına bağlanmamıştır.

B Planı 1: Bir sonraki rapor döneminde, nanoparçacık yüzeyinin pozitif yüke dönüştürülmesine yönelik farklı kaplama ve fonksiyonelleştirme yöntemleri uygulanacaktır. Bu sayede elektrostatik çekim kuvvetinin artırılması ve nanoparçacık-sperma etkileşiminin sağlanması hedeflenmektedir.

Oluşacak Muhtemel Sonuç 2: STEM analizi sonucunda protein bağlı Fe_3O_4 NP'ler spermatozoaya bağlanmış ancak bu miktar yeterli düzeyde değildir.

B Planı 2: Nanoparçacık yüzeyinin pozitif yüke dönüştürülmesine ek olarak kullanılacak olan doz artırılacak ve nanoparçacık/spermatozoa oranı ideal seviyeye getirilmeye çalışılacaktır.

Oluşacak Muhtemel Sonuç 3: Protein bağlı Fe_3O_4 NP'ler spermatozoaya yeterli düzeyde bağlanmıştır.

B Planı 3: Bu noktada uygulanan mıknatıs çekim kuvveti taze spermadaki hareketli spermatozoaları çöktürecek kuvvette olmayıp yalnızca hareketsiz spermatozoayı çöktürmüştür demektir. Mevcut durumda hem nanoparçacık/spermatozoa oranı artırılacak hem de oldukça kuvvetli (Neodyum) mıknatıs kullanılacaktır. Ancak güçlü mıknatısın da spermatozoa membranına yapışmış nanomalzemeleri kopartarak spermatozoaya zarar verme ihtimali de göz önünde bulundurulacaktır.

Oluşacak Muhtemel Sonuç 4: Protein bağlı Fe_3O_4 NP'ler spermatozoaya yeterli düzeyde bağlanmıştır ve çöktürmüştür. Ancak bu durum akış sitometri analizlerinde kendini göstermemiştir. Bu durumun nedeni çökmeyen kısımda kalan serbest protein bağlı Fe_3O_4 NP'lerin agregasyona uğrayarak floresan ışımaya vermesi ve akış sitometri sistemini yanıltmasıdır.

B Planı 4: Bu sonuçta ise kuvvetli mıknatıs kullanılacaktır ve tüm parçacıklar çöktürülecektir.

İP No	6
İP Adı	Nano saflaştırılmış Spermanın Görüntülenmesi ve Spermatolojik Muayeneler.
İP Tamamlanma Durumu (Yüzde Belirtilmelidir)	%70

a) İP Kapsamında Yapılan Çalışmalar ve Elde Edilen Bulgular

İP hedeflerine yönelik yapılan çalışmalar, ulaşılan hedefler ve elde edilen bulgular ilgili literatüre atıflar yapılarak detaylı olarak sunulur ve sonuçlar tartışılır. İP kapsamında elde edilen ara çıktılarına ilişkin bilgiler verilir. Ana açıklamalar dışında İP kapsamında elde

edilen ara çıktılar (teknik rapor, liste, diyagram, analiz/ölçüm sonucu, algoritma, yazılım, anket formu, verim, ham veri vb.) hakkında bilgi verilir ve ara çıktılar ekler bölümünde sunulur.

İş paketi kapsamında nano saflaştırma işlemi uygulanan sperma örnekleri hem taze halde hem de ekilibrasyondan sonra CASA ve Akış Sitometrik analizlere tabi tutulmuştur. Analizler kapsamında Annexin V ile apoptoz oranları, PMAI yöntemi ile plazmam membranı ve akrozomal bütünlük oranları, CASA ile motilite, progresif motilite ve kinematik veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler **Ek 3. Ekilibrasyon Öncesi CASA ve Akış Sitometri Verileri** ve **Ek 5. Ekilibrasyon Sonrası CASA ve Akış Sitometri Verileri** dosyalarında detaylıca işlenmiştir. Ancak mevcut iş paketinde yer alan nano saflaştırılmış spermanın görüntülenmesi kısmı TAUM bünyesindeki STEM mikroskobunun Eylül ayı içinde bozulması nedeniyle henüz tamamlanamamıştır. Kasım ayı içerisinde STEM mikroskobu tamir edilecek ve analizler yapılacaktır. Eğer tamir gerçekleşmezse bir başka üniversiteden hizmet alımı yapılacaktır.

b) İP Sonuçlarının İlgili İP'nin Başarı Ölçütleri Göz Önüne Alınarak Gerçekleşme Durumu

İP'nin tamamlanan rapor dönemi için gerçekleşme durumu, proje önerisinde belirlenmiş başarı ölçütleri dikkate alınarak kendi içinde ve proje bütünlüğü kapsamında bir değerlendirmesi yapılır.

İlgili iş paketindeki analizler başarı ile tamamlanmıştır. Analizlerin yapılması, sonuçların eldesi ve istatistiksel analizlerin yapılması süreçleri oldukça sağlıklı işlemektedir. İlgili iş paketinde yalnızca hizmet alımı kalemi olan STEM analizleri yapılamamış olup nedenleri üst bölümlerde detaylıca bahsedilmiştir. STEM analizlerinin kasım ayı içerisinde yapılması ve projede istenilen sonuca ulaşamamasının temel nedenleri ortaya konduğunda iş paketi başarı ile tamamlanmış olacaktır. Ancak B planları devreye alındığında bu iş paketi birkaç kez daha tekrarlanacaktır.

İP No	7
İP Adı	İstatistiksel Analizler ve Sonuçların Değerlendirilmesi
İP Tamamlanma Durumu (Yüzde Belirtilmelidir)	%100

a) İP Kapsamında Yapılan Çalışmalar ve Elde Edilen Bulgular

İP hedeflerine yönelik yapılan çalışmalar, ulaşılan hedefler ve elde edilen bulgular ilgili literatüre atıflar yapılarak detaylı olarak sunulur ve sonuçlar tartışılır. İP kapsamında elde edilen ara çıktıları ilişkin bilgiler verilir. Ana açıklamalar dışında İP kapsamında elde edilen ara çıktılar (teknik rapor, liste, diyagram, analiz/ölçüm sonucu, algoritma, yazılım, anket formu, verim, ham veri vb.) hakkında bilgi verilir ve ara çıktılar ekler bölümünde sunulur.

İş paketi kapsamında Bingöl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Dr. Öğr. Üyesi Güven GÜNGÖR'den yardım alınmıştır.

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, The Jamovi Project (v2.6) istatistik yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Boğalara ait sperma özellikleri üzerinde; Boğa, Deney Grubu ve Boğa x Deney Grubu etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı etkisini belirlemek amacıyla iki yönlü varyans analizi (Two-Way ANOVA) uygulanmıştır.

Analiz modeli aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + G_j + (B \times G)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Burada;

- Y_{ijk} : İncelenen sperma özelliğinin gözlemi,
- μ : Genel ortalama,
- B_i : i. Boğanın sabit etkisi (i= 884, 944, 2041, 9566, 9599),
- G_j : j. Deney Grubunun sabit etkisi (j= Kontrol, Psa 0.5, Psa 1, Pna 0.5, Pna 1),
- $(B \times G)_{ij}$: i. Boğa ile j. Deney Grubu arasındaki etkileşim etkisi,
- ϵ_{ijk} : Hata terimidir.

İki yönlü ANOVA sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilen değişkenler için, grupların ortalamalarını karşılaştırmak üzere Duncan çoklu karşılaştırma testi post-hoc analizi olarak kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak $p < 0.05$ kabul edilmiş ve tüm sonuçlar bu düzeye göre değerlendirilmiştir.

The Jamovi Project (2025). *Jamovi* (Version 2.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>

b) İP Sonuçlarının İlgili İP'nin Başarı Ölçütleri Göz Önüne Alınarak Gerçekleşme Durumu

İP'nin tamamlanan rapor dönemi için gerçekleşme durumu, proje önerisinde belirlenmiş başarı ölçütleri dikkate alınarak kendi içinde ve proje bütünlüğü kapsamında bir değerlendirmesi yapılır.

İlgili iş paketi alanında profesyonel bilim insanları tarafından yönetilmiştir ve istenilen tüm veriler en doğru biçimde analiz edilerek hem gruplar hem de boğalar arası veriler karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

2. ARAŞTIRMA GRUBU BÜNYESİNDE DEVAM EDEN DİĞER PROJE FAALİYETLERİNİN DURUMU

Araştırma grubu bünyesinde tahsise konu olan proje dışında yürüten diğer projelerin ilerleyişi hakkında bilgi verilmelidir.

Araştırma grubumuz bünyesinde devam eden 4 adet proje bulunmaktadır.

1. Kısa Süreli Saklanan Koç Sperması Üzerine TiO₂ Nanoparçacıkların Etkisinin Belirlenmesi (BAP YL Tez Projesi, 2025)
2. Farklı Yapay Zeka Modelleri Kullanarak Köpek ve Boğa Spermasında Tür Tespiti Yapılması (BAP Hızlı Destek Projesi, 2025)
3. Koç ve Boğa Spermasında Temel ve İleri Spermatolojik Parametrelerin Yapay Zeka Yardımı ile Ölçülmesi (BAP, Genel Araştırma Projesi, 2025)
4. Gemsitabin Yüklü Mezogözenekli Silika Kaplı Altın Nanoçubuk Kompozitlerin Üretimi ve Kombine Tedavi Modellerinin Köpek Meme Kanseri Hücreleri Üzerine Etkisinin Araştırılması (BAP, Genel Araştırma Projesi, 2024)

İlk 3 proje 2025 yılının Ekim-Kasım aylarında çıkmış olup çalışmaları devam etmektedir. 3. Proje kapsamında bir adet yayın üretilmiş ve Frontiers in Veterinary Science adında WOS Q1 kapsamındaki bir dergiye gönderilmiştir. İkinci proje kapsamında da veriler tamamlanmış, 3. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Multidisiplinler Yaklaşımlar kongresinde sunulmuştur. Kongre kitapçığı Ocak ayı içerisinde yayınlanacaktır. 4. Proje kapsamında analizler devam etmektedir.

2026 yılı ilk ayları içerisinde Farklı Yapay Zeka Modelleri Kullanarak Köpek ve Boğa Spermasında Tür Tespiti Yapılması (BAP Hızlı Destek Projesi, 2025) başlıklı proje kapatılacak olup bir başka projeye başvurulacaktır.

3. 2025 YILI İÇERİSİNDE ÜNİVERSİTENİN STRATEJİK PLAN AR-GE HEDEFLERİNE SUNULAN KATKI

Laboratuvar ve/veya ofis alanı tahsis edilen Araştırma Gruplarının Üniversite Stratejik Planı Ar-Ge hedef kartlarında yer alan performans göstergelerine katkı sunacak nitelikli bilimsel yayın, proje, patent vb. gibi bilimsel çıktılar üretmesi beklenir. (Argepark Laboratuvar Ve Ofis Alanı Tahsisine İlişkin Usul Ve Esaslar Madde 15)

Bu kapsamda Üniversitemiz 2022-2026 Stratejik Planına sunduğunuz katkıları belirtiniz.

Araştırma kapasitesinin artırılması (2022-2026 Stratejik Plan Hedef (H2.1)):

Araştırma grubumuz bünyesinde 2025 yılı içerisinde 2 adet WOS Q2 kategorisinde makale yayınlanmıştır. İlgili yayınların bir tanesinde araştırma grubumuzdan 2, bir diğerinde ise 3 öğretim üyesi bulunmaktadır. Aynı zamanda WOS Q1 kategorisinde 2 , Q2 kategorisinde 2 ve Q4 kategorisinde 1 adet makalemiz de revizyon aşamasındadır. 2026 yılı içerisinde çıkmaları beklenmektedir. 2025 yılı bünyesinde yapılan projeler kapsamında üretilcek yayınlar da 2026 yılı ortalarında dergilere gönderilecektir.

Araştırma kalitesinin artırılması (2022-2026 Stratejik Plan Hedef (H2.2)):

Araştırma grubumuz bünyesinde 2025 yılında yayınlanmış olan 2 makale de Reproduction in Domestic Animals dergisinde yayınlanmıştır. İlgili dergi WOS veri tabanında Veterinary Sciences alanında 58/170 sırada olup %50 lik dergi listesine girmeyi başarmıştır.

Makaleler:

1- **Ozturk, A. E., Dadi, S., Bodu, M., Korkmaz, O., Atay, Y. E., Sariozkan, S., ... & Ocoy, I. (2025).** Evaluation of AFP III-Conjugated Fe₃O₄ Nanoparticles on Bull Sperm Cryopreservation. Reproduction in Domestic Animals, 60(10), e70132.

2- **Atay, Y. E., Ekinci, G., Öztürk, A. E., Timur, M. C., Mete, A., Altınbay, K., ... & Keleş, İ. (2025).** Clinical Prevalence of Equine Coital Exanthema in a Thoroughbred Covering Station in Türkiye (2021–2024). Reproduction in Domestic Animals, 60(6), e70086.

Araştırma işbirliğinin artırılması (2022-2026 Stratejik Plan Hedef (H2.3)):

Yayınlanan çalışmaların ilkinde Süper Genetik sperma üretim tesisi ile iş birliği yapılmıştır. Üniversite-Sanayi iş birliği sayılabilir. Haricinde yazarların pek çoğunluğu farklı üniversitelerden olup üniversite-üniversite iş birliği bulunmaktadır.

İkinci çalışmada ise Türkiye Jokey Kulübü ile iş birliği yapılmıştır. Yazarların bir kısmı Erciyes Üniversitesinde iken bir kısmı Türkiye Jokey Kulübü bünyesindedir.

4. BİR SONRAKİ DÖNEMDE YAPILMASI PLANLANAN ÇALIŞMALAR

2026 yılı içerisinde proje kapsamında yapılması planlanan çalışmalar ve elde edilmesi öngörülen bilimsel çıktılar hakkında bilgi verilmelidir.

2026 yılı araştırma grubumuz açısından yayınların çıkacak olduğu yıl olarak görülmektedir. 2023-2025 arası çalışmalardan toplamda 6 adet SCI-E kapsamında yayın çıkması ön görülmektedir. Bu yayınların 4 tanesi dergilerde, 1 tanesi başvuru aşamasında ve 1 tanesi yazım aşamasındadır. Bu sayının artması muhtemeldir. Bir adet hızlı destek projesi ve bir adet GAP projesi kapatılacak olup bir adet GAP projesi verilecektir.